INNOVATIONS... MONTAGES FIABLES... ÉTUDES DÉTAILLÉES... ASSISTANCE LECTEUR

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine

http://www.electronique-magazine.com

n°101 JANVIER 2008

L'ELECTRONIQUE POUR TOUS n°101 ELECTRONIQUE

PROGRAMMATEUR DÉBOGUEUR IN-CIRCUIT POUR PIC

PROGRAMMATEUR POUR CPLD

ADAPTATEUR PROFESSIONNEL POUR MICRO SYMÉTRIQUE

RECONNAISSANCE D'EMPREINTES DIGITALES

INTERFACE BLUETOOTH À 4 CANAUX D'E/S

PILOTE POUR LED HAUTE PUISSANCE 6 W

SOMMAIRE DÉTAILLÉ PAGE 3

M 04662 - 101 - F: 5,00 €

France 5,00 € - DOM 5,00 € - CE 5,00 € - Suisse 7,00 FS - MARD 50 DH - Canada 7,50 $C

elc

la qualité au sommet

« Toujours moins d'échauffement et plus d'astuces »

MADE IN FRANCE RoHS

+ Ventilation contrôlée
+ Véritable troisième voie
+ Série ou parallèle avec lecture directe

AL 936N Transfo torique

Voies principales
2 x 0 à 30V / 2 x 0 à 3A séparé
ou 1 x ±0 à 30V / 0 à 3A tracking
ou 1 x 0 à 30V / 0 à 6A parallèle
ou 1 x 0 à 60V / 0 à 3A série

Sortie auxilliaire
2 à 5,5V / 3A
5,5V à 15V / 1A
lecture U ou I

592,02 €

+ Tension continue et alternatives simultanées
+ Générateur de courant
+ Sorties protégées

ALR3002M Transfo torique

0 à 5, 6, 12 ou 30V
0-25mA, 250mA ou 2,5A =
6 ou 12 ou 24V 5A ~ 230,83 €

ALR3003 Transfo torique

0 à 30V / 0 à 3A 166,24 €

ALR3003D Transfo torique

2 x 0 à 30V / 2 x 0 à 3A séparé
ou 1 x ±0 à 30V / 0 à 3A tracking
ou 1 x 0 à 60V / 0 à 3A série
ou 1 x 0 à 30V / 0 à 6A *parallèle

(*mise en parallèle extérieure possible par l'utilisateur)
478,40 €

+ Trois voies simultanées
+ Mémorisation des réglages
+ Logiciel fourni

AL 991S Transfo torique Interface RS 232

±0 à 15V / 1A ou 0 à 30V / 1A
2 à 5,5V / 3A
- 15 à + 15V / 200mA 239,20 €

AL 843A

6V ou 12V / 10A = et ~
ou 24V / 5A = et ~ 239,20 €

AL 924A

0 à 30V / 0 à 10A 416,21 €

NOUVEAU

AM061205

6 ou 12V / 5A = et ~
137,54 €

Prix TTC

NOUVEAU

ALF1502D

+ et - 15V / 2A
101,66 €

AL 781NX

0 à 30V / 0 à 5A 322,92 €

AL841B

3V 4,5V 6V 7,5V 9V
12V / 1A 44,25 €

AL890NX

+ et - 15V / 500mA
52,03 €

59, avenue des Romains - 74000 Annecy
Tel +33 (0)4 50 57 30 46 - *Fax* +33 (0)4 50 57 45 19
http:// www.elc.fr - *courriel* commercial@elc.fr

En vente chez votre fournisseur de composants électroniques ou les spécialistes en Instrumentation.

FRANÇOISE BAUDOUX CRÉATION GRAPHIQUE 21/11/2007

101 SOMMAIRE 101

Programmateur pour dispositifs CPLD 05
Première partie: l'étude théorique

Avec une intervention matérielle minimale et l'utilisation d'un code standard de base, il est possible d'adapter un seul et même dispositif à logique programmable à vos différentes exigences d'application. Pour créer votre prochain circuit intégré numérique, plus besoin de fer à souder, le programmateur que cet article vous propose suffira!

Adaptateur pour micro symétrique 14

Le schéma que nous vous présentons dans ces pages est un préamplificateur pour microphonique symétrique avec gain réglable. Avec notre schéma vous pourrez utiliser votre « précieux » microphone symétrique professionnel avec n'importe quel amplificateur domestique, même si celui-ci ,n'est pas équipé d'un connecteur de type XLR.

Apprenons à écouter notre cœur 20
avec la Heart Rate Variability
Troisième partie : le logiciel

La Heart Rate Variability (HRV) est une méthode permettant de mesurer et d'analyser la variabilité de la fréquence cardiaque (ou nombre de battements par minute), laquelle est d'une extrême importance pour de nombreux domaines d'application. Nous avons approfondi notre connaissance de la HRV et réalisé un appareil simple capable de détecter et d'enregistrer sur SD-Card la durée exacte s'écoulant entre un battement et le suivant. La grande capacité du support de mémoire utilisé permet d'effectuer des mesures sur une longue durée, 24 heures et plus. Maintenant (troisième et dernière partie), nous allons décrire l'un des logiciels les plus complets pour l'analyse des données relevées et mémorisées par notre «HRV data logger» (enregistreur de données HRV, voir numéro 100). Le programme a été mis au point par le Département de Physique Appliquée de l'université finnoise de Kuopio.

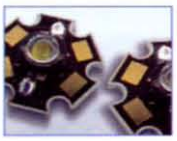
Interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S 26

Cet appareil dispose de quatre entrées opto-couplées et autant de sorties à relais que l'on peut gérer au moyen d'un téléphone mobile Bluetooth acceptant les applications Java. Il est utilisable comme contrôle à distance manuel ou comme commande automatique pour activer un dispositif quand un téléphone connu entre dans la zone de couverture Bluetooth.

Programmateur débogueur in-circuit pour PIC 36
Première partie: l'étude théorique

C'est la version amateur et économique du programmateur ICD2 de Microchip: elle permet de vérifier le fonctionnement du logiciel au moment de son développement et ce directement sur la platine où est monté le microcontrôleur (on opère en environnement IDE MPLAB). Ce programmateur communique avec l'ordinateur à travers le port USB dont il reçoit évidemment l'alimentation; il peut même fournir l'alimentation à la platine dont il programme le micro ou qu'il analyse.

Pilote pour LED à haute luminosité 42



Cette alimentation à découpage pour LED blanche à haute luminosité permet d'alimenter jusqu'à quatre LED de 1 W montées en série, en partant d'une tension d'entrée continue ou alternative; vous allez pouvoir réaliser des spots étonnants.

Ouvre porte à reconnaissance 47
d'empreintes digitales

Ce lecteur d'empreintes digitales "stand-alone" (autonome) utilise un module biométrique capable d'acquérir et de reconnaître jusqu'à 500 empreintes mémorisées dans une SDRAM. Il dispose d'une sortie à relais avec laquelle commander toute sorte de systèmes, d'appareils, lorsque la reconnaissance a eu lieu.

Introduction à la domotique 55
Quatrième Leçon : Le protocole série Velbus
de la théorie à la pratique

Cette fois nous examinerons en détail le protocole série Velbus. A l'aide d'un programme de test réalisé à cet effet, nous analyserons la structure des flux de commande, en particulier sa syntaxe et la signification de chaque bit. Nous verrons ensuite des exemples pratiques d'applications aux fonctions domotiques de notre T1 (voir les deux Leçons précédentes).

Les Petites Annonces 64

L'index des annonceurs se trouve page 64

Le bon d'abonnement 66

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 27 Décembre 2007

Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ

Les projets que nous vous présentons dans ce numéro ont été développés par des bureaux d'études et contrôlés par nos soins, aussi nous vous assurons qu'ils sont tous réalisables et surtout qu'ils fonctionnent parfaitement. L'ensemble des typons des circuits imprimés ainsi que la plupart des programmes sources des microcontrôleurs utilisés sont téléchargeables sur notre site à l'adresse : www.electronique-magazine.com dans la rubrique REVUES. Si vous rencontrez la moindre difficulté lors de la réalisation d'un de nos projets, vous pouvez contacter le service technique de la revue, en appelant la hot line, qui est à votre service du lundi au vendredi de 16 à 18 H au 0820 000 787 (N° INDIGO : 0,12 € / MM), ou par mail à redaction@electronique-magazine.com

Le bulletin d'abonnement ELECTRONIQUE se trouve page 66

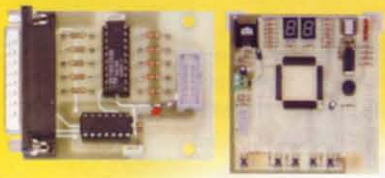
LES KITS DU MOIS... LES KITS DU MOIS

ADAPTATEUR POUR MICRO SYSMETRIQUE PROFESSIONNEL

Ce kit vous permet de connecter un micro à sorties symétriques sur un amplificateur ou une table de mixage doté uniquement d'entrée micro asymétrique.
Réglage du gain de 0 à 40 dB
Bande passante : 15 à 3500 Hz
Alimentation par pile de 9V (6F22)

EN1677.....Kit complet avec boîtier..... 37,80 €
EN1677KM....Version montée .....56,70 €

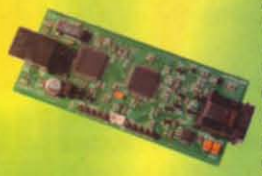
PROGRAMMATEUR POUR DISPOSITIFS CPLD



Ce kit est un dispositif permettant la programmation de composants à logique programmable de type CPLD & FPGA. Il permet de créer un circuit intégré numérique spécifique à une application donnée. Connexion sur port parallèle. Support du standard JTAG. Alimentation +12 DC

EN1685.....Kit interface avec soft (italien) sans boîtier ..... 37,80 €
EN1685KM....Version montée avec son soft.....56,70 €
EN1686.....Kit programmateur avec module KM1686..... 71,10 €
EN1686KM....Version montée avec module KM1686 .....99,50 €

PROGRAMMATEUR DÉBOGUEUR IN-CIRCUIT POUR PIC



C'est une version économique du programmateur ICD2 de Microchip. Il permet le développement d'applications directement sur la platine où est monté le microcontrôleur (on opère en environnement IDE MPLAB). Ce programmateur communique avec l'ordinateur à travers le port USB dont il reçoit évidemment l'alimentation; il peut même fournir l'alimentation à la platine dont il programme le micro ou qu'il analyse.
Caractéristiques techniques :
Interface PC: USB 2.0 - Alimentation par le port USB - Interface Target: RJ11 6 pôles, compatible avec câble standard ICD2
Possibilité d'alimentation du «target» (seulement en 5 V avec 10-40 mA max) - Gestion du «target» en 3 V seulement avec «target» alimenté de manière autonome - Tension minimale target: ~ 2 V (en théorie jusqu'à 1,65 V) - «Targets» gérables: tous les PIC et dsPIC gérés par le ICD2 d'origine - Programme résident: mise à jour automatique à partir de MPLAB IDE - Réalisation: complètement en CMS - Dimensions: 100 x 35 x 15 mm - Développé sous environnement: MPLAB de Microchip Logiciel de programmation: MPLAB (IC-PROG pour le bootloader).

ET676KM... Kit démoboard monté sans boîtier ..... 91,00 €
ET652KM... Kit support TEXTOOL monté sans boîtier ..... 42,75 €

PILOTE POUR LED À HAUTE LUMINOSITÉ

Ce kit est une alimentation à découpage pour LED blanche à haute luminosité permettant d'alimenter jusqu'à quatre LED de 1 W montées en série, en partant d'une tension d'entrée continue ou alternative.
Caractéristiques techniques :
Puissance 6 W max - Tension directe 3,2 V - Courant consommé (@ 3,2 V) 700 à 1 000 mA - Angle d'émission 90 ° - Intensité lumineuse 120 lumen Couleur blanche (6 000 °K) - Résistance thermique (jc) 17 °C/W.

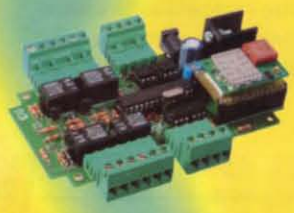
EV8071.....Kit complet sans boîtier..... 13,00 €
EV8071KM....Version montée .....19,50 €

ECOUTEZ VOTRE CŒUR AVEC LA HEART RATE VARIABILITY

La Heart Rate Variability (HRV) est une méthode permettant de mesurer et d'analyser la variabilité de la fréquence cardiaque (ou nombre de battements par minute). Cet appareil simple est capable de détecter et d'enregistrer sur SD-Card la durée exacte s'écoulant entre un battement et le suivant. La grande capacité de la mémoire utilisée permet d'effectuer des mesures sur une longue durée, 24 heures et plus.

MF631..... Microcontrôleur seul ..... 25,00 €
RECFTC..... Module capteur polar seul ..... 40,50 €

INTERFACE BLUETOOTH À 4 CANAUX D'E/S



Cet kit dispose de quatre entrées opto-isolées et autant de sorties à relais que l'on peut gérer au moyen d'un téléphone mobile Bluetooth acceptant les applications Java.
Il est utilisable comme contrôle à distance manuel ou comme commande automatique pour activer un dispositif quand un téléphone connu entre dans la zone de couverture Bluetooth.

Caractéristiques techniques :
Alimentation : 12 à 15 Vdc, 400 mA - Entrées : 4, opto-isolées, 5 à 30 Vdc - Sorties : 4 relais à 1 contact NO/NC 230 Vac, 300 Vdc, 1 A max - Bluetooth : BISM2 Ezurio, Classe 1, V1.2 - Microcontrôleur : PIC16F876A - Programmation : LED et poussoirs - Gestion : par téléphone mobile, PC, PDA.

ET667..... Kit complet sans boîtier ..... 154,00 €
ET667KM... Kit version montée sans boîtier ..... 215,60 €

RECONNAISSANCE D'EMPREINTES DIGITALES

Ce lecteur biométrique professionnel d'empreintes digitales est de dimensions réduites. Il est équipé d'un capteur empreinte digitale géré par microcontrôleur à 32 bit RISC de la série FR de Fujitsu. Il s'interface avec n'importe quel microcontrôleur, grâce au porte série (standard TTL dont 3,3V) dont il est équipé. Il dispose de deux sorties auxiliaires TTL 3,3V. Le module peut même être programmé pour pouvoir fonctionner en mode stand alone (autonome) sans contrôle extérieur. Ce module représente la solution idéale pour la réalisation de systèmes biométriques à empreintes digitales. Applications : contrôles d'accès, systèmes de sécurité, système d'immobilisation pour auto, etc

Caractéristiques techniques :
- Capteur d'empreintes digitales - Dispositif capacitif - Résolution 500 dpi (50 µm) - Surface sensible : 1.28 cm x 1.50 cm (0.5 « x 0.6 ») - Haute précision d'identification biométrique - Verre de protection - Microcontrôleur 32 bits RISC série FR de Fujitsu - SDRAM 4 Mbytes- Mémoire Flash de 2 Mbytes pour système de codage - Port série - 2 sorties auxiliaires TTL- 4 LED + 1 touche frontale - Temps moyen de vérification : < 1 seconde - Base de données interne avec possibilité de mémoriser jusqu'à 500 empreintes digitales - Sorties configurables. Alimentation : 3.3 V - Consommation : 0.8 W - Température d'utilisation : 0 - 70°C - Dimensions : 39 x 62 x 7 mm - Poids : 15 g.

ET661..... Module biométrique seul (livré monté) ..... 299,00 €

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : www.comelec.fr

COMELEC CD 908 - 13720 BELCODENE www.comelec.fr
Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 96 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS

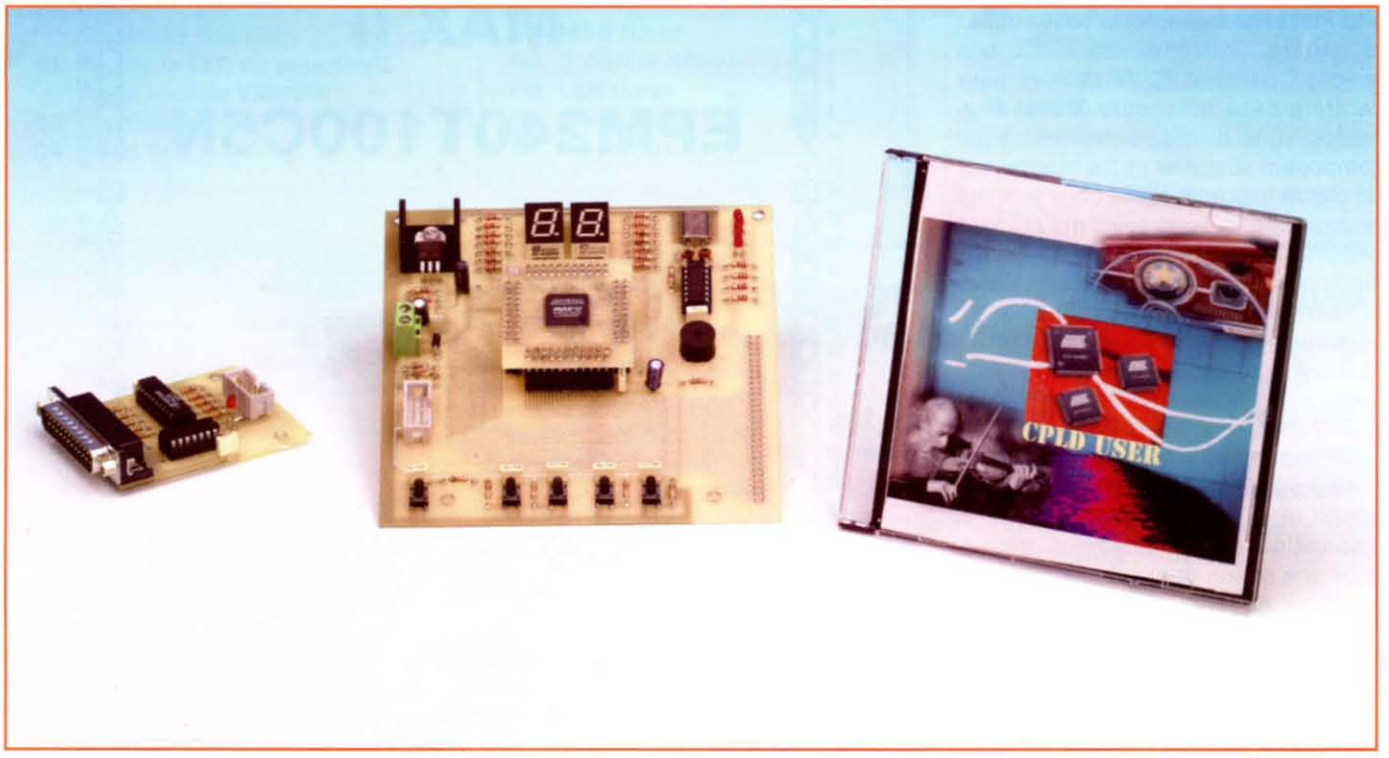
Expéditions dans toute la France.Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Bons administratifs acceptés. De nombreux kits sont disponibles, envoyez nous votre adresse et cinq timbres, nous vous ferons parvenir notre catalogue général de 96 pages.

Comelec 01/2008

Un programmateur pour dispositifs CPLD

Première partie : l'étude théorique

Avec une intervention matérielle minimale et l'utilisation d'un code standard de base, il est possible d'adapter un seul et même dispositif à logique programmable à vos différentes exigences d'application. Pour créer votre prochain circuit intégré numérique, plus besoin de fer à souder, le programmateur que cet article vous propose suffira !



Nous allons commencer par chercher à savoir ce que désignent tous ces sigles.

PLD : CPLD et FPGA

L'acronyme PLD vaut pour "Programmable Logic Device" et c'est un circuit intégré numérique programmable. Sa caractéristique principale est de n'avoir pas de fonction logique déterminée ; en effet, il peut être programmé pour remplir n'importe quelle fonction, plus ou moins complexe. Comme c'est un produit d'usage général ("general-purpose"), soit sans application unique, il est très flexible et on le rencontre donc souvent pour satisfaire aux fonctions logiques les plus diverses ; souvent ces circuits intégrés sont plus lents que les autres et ils dissipent plus de puissance que ceux conçus exactement pour une fonction précise. Malgré ce, pour des motifs essentiellement économiques et pour faire face à un marché technologiquement toujours plus exigent, cette catégorie de produits est utilisée de manière croissante et a conquis une grande part dudit marché, supérieure même à celle des microcontrôleurs. Ces dernières années, on a eu de plus en plus besoin de pouvoir reprogrammer un circuit ou bien un composant unique pour leur donner la possibilité de remplir les fonctions les plus diverses sans avoir à modifier le matériel.

Pour aller vers cette tendance, on a diffusé toujours davantage les fameux microcontrôleurs, comme ceux des familles ST6 ou ST7 (STMicroelectronics) et PIC (Microchip),

reprogrammables au moyen d'un logiciel écrit pour une application donnée et appelé "programme résident". Les dispositifs à logique programmable se sont donc développés aux côtés de ces microcontrôleurs, comme des concurrents. La différence fondamentale que présentent ces derniers est qu'on n'a pas besoin d'un code à exécuter sur un matériel prédéfini (le microcontrôleur en question); au contraire c'est justement le matériel qui est reconfiguré en fonction des exigences. C'est pourquoi dans cet article on parlera indifféremment de code ou de circuit, sauf en cas de passage intermédiaire de synthèse entre les deux.

Ne pas oublier qu'en écrivant un code correct on connecte physiquement des fils et des composants logiques et ceci n'est pas une abstraction ou une image - comme on le croit souvent et à tort - mais c'est ce qui se passe effectivement à l'intérieur d'un dispositif PLD! Par exemple, si vous vouliez construire un compteur à 12 bits avec 3 flip-flop et 12 AND, avec pour contrôle deux afficheurs à sept segments, vous devriez acheter chaque composant singulier et les monter sur un circuit imprimé. Après avoir terminé ce montage, si vous aviez maintenant besoin d'un compteur à 16 bits et 10 flip-flop, vous devriez écarter celui-ci et racheter des composants pour en construire un autre. Tandis qu'avec un PLD, ce type de problème n'a aucun sens: en effet, il suffit d'implémenter le circuit désiré avec un logiciel de développement installé sur un banal ordinateur, puis programmer le dispositif et, si le type, le nombre ou la disposition des composants devait, pour une raison quelconque, changer, il suffirait de reprogrammer.

En outre les PLD ont, en général, une capacité élevée et un nombre de broches disponibles élevé. Juste pour vous donner une idée: pour réaliser le circuit pris en exemple ci-dessus, 10% environ seulement de sa capacité logique suffirait. De plus les PLD consomment peu et sont relativement bon marché.

Leur autre caractéristique fondamentale est le langage de programmation dont ils se servent. On peut utiliser soit une méthode graphique ou schématique, en insérant des fonctions logiques prédéfinies interconnectées à volonté, soit de vrais langages de programmation matériels de haut niveau, comme le VHDL (VHSIC "Hardware Description Language"), grâce auxquels on bénéficie de la complète transportabilité du code et de la totale indépendance par rapport au matériel sur lequel le circuit sera effectivement programmé.

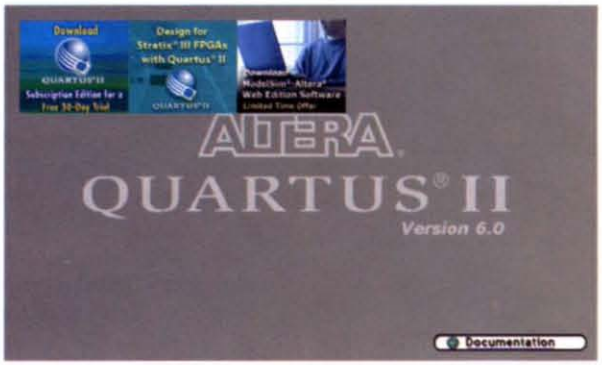


Figure 1: Ecran d'accueil du logiciel de programmation Quartus II de Altera version 6.0.

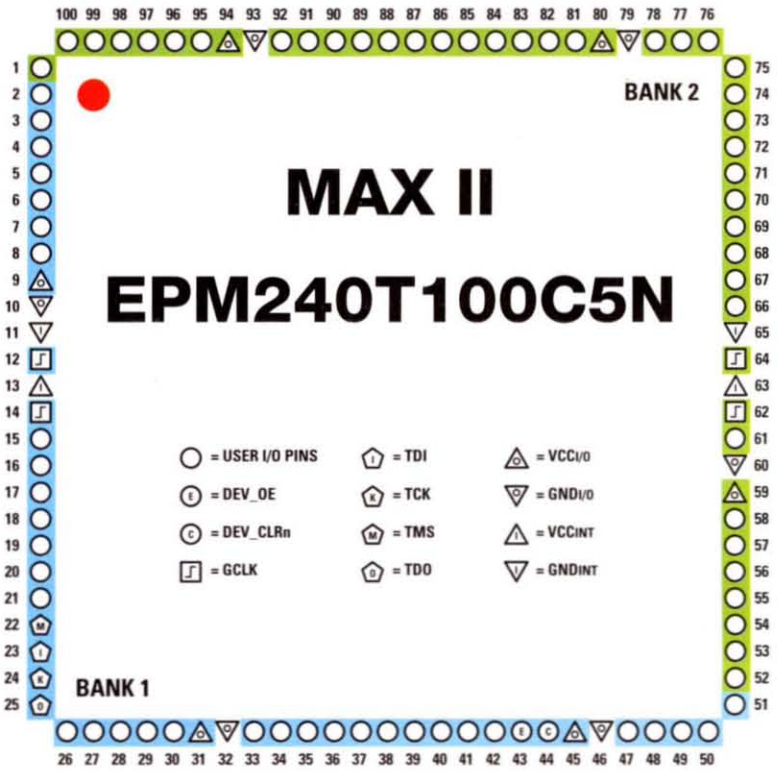


Figure 2: Brochage du MAX II EPM240T100C5N de Altera; cette puce à logique programmable compte 100 broches dont 80 d'E/S! Quatre broches sont dédiées à la programmation: la ligne de contrôle TMS est gérée à travers la broche 22, la ligne d'horloge TCK au moyen de la broche 24 et les lignes TDI et TDO (broches 23 et 25) sont réservées à la programmation de la puce et au contrôle au standard JTAG.

Cela implique que:

1) le code que vous écrirez pour le PLD que nous vous proposons pourra programmer n'importe quel type de dispositif de n'importe quel constructeur; bien sûr, à condition que la capacité de celui-ci soit suffisante pour contenir la logique nécessaire et qu'un code standard ait été utilisé;

2) avec le PLD proposé, nul ne pourra copier votre code une fois que vous aurez programmé le dispositif; en outre, le programme réside en une mémoire non volatile, c'est-à-dire qui ne perd pas les données lorsque l'alimentation vient à manquer;

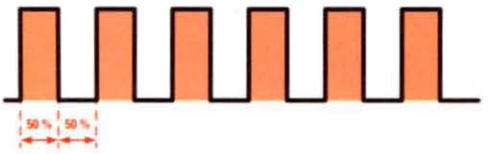
3) une fois le langage et sa philosophie de base appris, on en conservera le bénéfice pour la programmation d'un autre dispositif: allumer une LED ou implémenter un microcontrôleur; vous pourrez ainsi réaliser

GLOSSAIRE DES TERMES COMMUNÉMENT UTILISÉS

Afin d'alléger l'article de ses indications excessives pour en faciliter la lecture, nous avons recueilli les acronymes dans un petit lexique des termes les plus communément utilisés. Nous espérons que cela contribuera à dissiper toute perplexité de votre part !

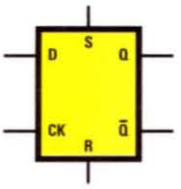
CAD – acronyme pour "Computer Aided Design". CAD désigne n'importe quel logiciel d'aide à la conception des circuits.

Clock – ("Clock" ou horloge) signal carré à fréquence précise permettant de synchroniser tous les processus numériques.

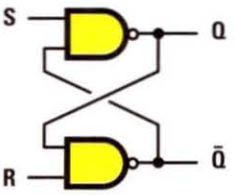


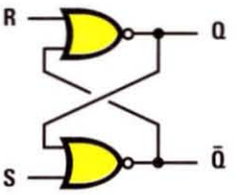
Le signal d'horloge est une onde carrée, c'est-à-dire dont le rapport cyclique égal à 50% : ce signal permet une synchronisation correcte entre le programmateur et la puce.

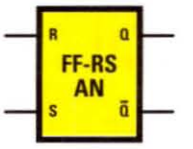
Flip-flop ou Registre – élément logique de mémoire pouvant maintenir indéfiniment – du moins tant qu'il est alimenté, bien sûr – une valeur de sortie. Cette valeur est mise à jour avec la valeur présente à l'entrée mais seulement en correspondance du front d'un second signal d'entrée, qui est en général le signal d'horloge du système. La mise à jour de la valeur de sortie s'appelle échantillonnage et le signal de sortie sera donc le signal d'entrée échantillonné. En général un flip-flop peut être initialisé, c'est-à-dire présenter une valeur de sortie prédéfinie, avant le premier échantillonnage ; réinitialisé, c'est-à-dire présenter une valeur de sortie forcée indépendamment de l'entrée principale ; habilité/déshabilité, c'est-à-dire que la possibilité d'échantillonner est donnée ou pas ; s'il est déshabilité, la sortie présente la dernière valeur échantillonnée de l'entrée. Il est souvent doté d'une sortie inversée. Divers types de flip-flop existent ; vous venez de lire la description du flip-flop de type D, auquel nous nous réfèrerons.



Flip-flop de type D. Quand sur CK arrive le front d'horloge, les données sur les sorties Q et $\overline{Q}$ sont mises à jour avec la valeur présente sur l'entrée D. Sur la sortie $\overline{Q}$ on a un niveau logique inverse par rapport à celui de l'entrée.







Le premier dessin est le schéma d'un flip-flop Set-"Reset" à deux portes logiques NAND ; le deuxième celui d'un flip-flop Set-"Reset" à deux portes logiques NOR. Pour un même niveau logique en entrée les portes logiques NAND et NOR ont des niveaux logiques de sortie inverses par rapport à ceux des portes logiques AND et OR.

E/S Input/Output – Se dit de signaux qui font communiquer un bloc avec le monde extérieur.

Logique – sous entendu l'adjectif "booléenne" (George Boole était un logicien anglais du XIXe siècle) : logique à deux valeurs possibles, V (vrai) ou F (faux), qu'en électronique on associe aux "1" (V) et "0" (F) d'un signal numérique. Nous écrirons indifféremment 1 ou V vrai/0 ou F faux.

Multiplexeur – composante logique à deux ou plusieurs entrées principales, une sortie unique et un nombre d'entrées de contrôle dépendant du nombre d'entrées principales. Avec les signaux de contrôle, on sélectionne au coup par coup une entrée unique qui sera court-circuitée avec la sortie. Si, par exemple, on a quatre entrées principales, il nous faut deux signaux de contrôle pour en sélectionner univoquement une. Si les signaux de contrôle prennent la valeur "00", c'est la première entrée qui sera reportée à la sortie, avec "01" la deuxième, avec "10" la troisième et avec "11" la quatrième.

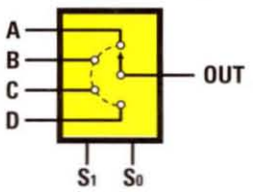
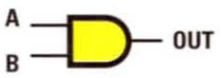


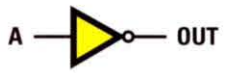
Schéma simplifié d'un multiplexeur à quatre entrées. En fonction des niveaux logiques présents sur les lignes de contrôle S1-S0, à la sortie une seule des quatre entrées A-B-C-D est court-circuitée de manière univoque.

Porte AND – porte logique à une seule sortie et deux ou plusieurs entrées. La sortie ne prend la valeur "1" que si toutes les entrées sont ensemble au niveau logique "1", sinon elle est à "0".



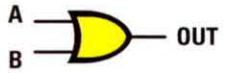
La sortie de la porte AND prend la valeur 1 seulement quand toutes les entrées sont au niveau logique 1.

Porte NOT – porte logique à une seule sortie et une entrée unique. La sortie est l'inverse de l'entrée, c'est-à-dire que la sortie est à "0" quand l'entrée est à "1" et à "1" quand l'entrée est à "0".



La porte logique NOT est également nommée "inverter" (inverseur), car à la sortie il y a toujours un niveau logique inverse de celui de l'entrée.

Porte OR – porte logique à une seule sortie et deux ou plusieurs entrées. La sortie prend la valeur "1" quand au moins une des entrées est au niveau logique "1" ; la sortie n'est à "0" que si toutes les entrées sont en même temps au niveau logique "0".

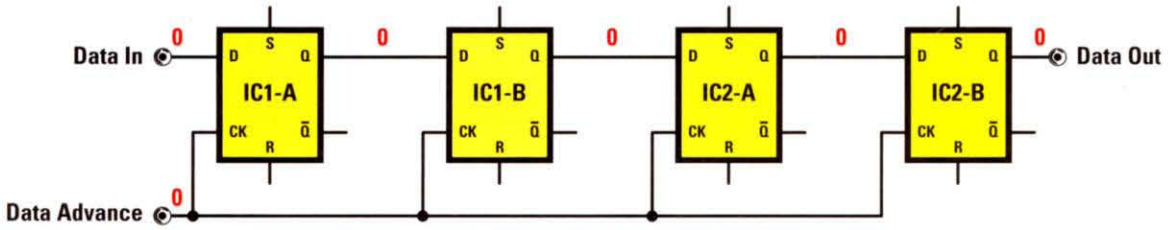


La sortie de la porte OR est à 1 quand au moins une des entrées est à 1.

Signal – c'est une variation de tension ou de courant dans un conducteur. Sauf spécification contraire, ici nous parlerons de signal numérique, c'est-à-dire ne présentant que deux tensions possibles, 0 V ou Vcc, avec variation rapide du passage de l'une à l'autre. Nous appellerons cette variation "front" et les deux valeurs que peut prendre le signal seront appelées "0" et "1", ce qui constitue le bit. Le passage de "0" à "1" sera le front positif et le passage de "1" à "0" le front négatif.

Shift-register – (registre de décalage) c'est un groupe de registres mis en série, avec la sortie du précédent reliée à l'entrée du suivant. Quand il est actif, il a pour effet qu'à chaque coup d'horloge la donnée mémorisée dans un flip-flop déterminé défile dans le suivant de la chaîne. Il peut être utilisé, par exemple, pour retarder une donnée pendant un certain nombre de cycles d'horloge, égal au nombre de registres mis en série. Dans l'exemple de ce bas de page, "Data in" apparaîtra à la sortie "Data out", seulement après quatre cycles d'horloge "Data advance".

Vcc – tension d'alimentation ; en général pour notre platine ce sera 3,3 V.



Si on monte en série la sortie d'un flip-flop avec l'entrée du suivant, à chaque signal d'horloge la donnée en entrée passe dans le flip-flop suivant. Le "shift-register" dessiné ici est formé de quatre flip-flop reliés en série ; par conséquent la donnée d'entrée ("Data In") se présente à la sortie ("Data Out") après quatre cycles d'horloge ("Data Advance").

tout ce vers quoi votre imagination vous entraîne ou que la nécessité vous dicte.

CPLD et FPGA

Les PLD que l'on trouve aujourd'hui dans le commerce sont multiples et de différentes natures : cela va des plus simples et des plus datés, comme les PAL ("Programmable Array Logic") et les GAL ("Generic Array Logic"), aux plus complexes et de dernier cri, comme les CPLD ("Complex Programmable Logic Device") et les FPGA ("Field Programmable Gate Array"), auxquels nous consacrerons plusieurs articles.

Les PAL mettent à notre disponibilité quantité de AND et de OR ("briques" de n'importe quelle fonction logique) avec des interconnexions programmables pour donner vie à de simples logiques combinatoires sans flip-flop disponible ; les GAL ne sont que des PAL effaçables et reprogrammables.

Bien sûr les constructeurs s'en sont donné à cœur joie pour créer des architectures toujours plus puissantes et davantage fonctionnelles ; elles mêlent souvent les caractéristiques de l'un et l'autre modèle et cela ne facilite guère la nette délimitation entre les CPLD et les FPGA. Alors en général on s'en tient aux critères suivants.

Les CPLD reprennent l'architecture des PAL, avec quantité de OR et de AND et les enrichissent de registres qu'on peut éventuellement exclure, de modalités d'interconnexions avancées et souvent de mémoire non volatile interne, pour la mémorisation du code et à la discrétion de l'usager. Ils ont de puissant blocs de logique combinatoire LE ("Logic Elements") insérés en un réseau de canaux prédéfinis d'interconnexions à faible retard contrôlé, de façon à permettre l'implémentation de schémas logiques complexes avec caractéristiques prédictibles et à haute vitesse. C'est pourquoi la densité d'intégration de ces composants ne parvient pas à atteindre des niveaux élevés et on trouve dans le commerce des dispositifs intégrant jusqu'à 2000 LE ; pour des capacités supérieures on passe aux FPGA.

Les FPGA sont basés sur des blocs logiques LC ("Logic Cellules") de potentialité réduite par rapport aux CPLD, immergés dans un réseau complexe d'interconnexions, segmentée ou non. Le bloc logique varie d'un constructeur à l'autre et peut être implémenté avec des architectures radicalement différentes selon le PLD.

Parmi les plus répandus on a ceux constitués d'une LUT ("Look-UP Table") à 4 entrées et 1 sortie, soit une sorte de table de vérité booléenne en fonction de laquelle avec 4 bits d'entrée on a 1 bit de sortie ; et d'un registre qu'on peut éventuellement exclure.

Comme le bloc est plus petit, il y en a davantage et cela fait plus de registres qu'avec une CPLD.

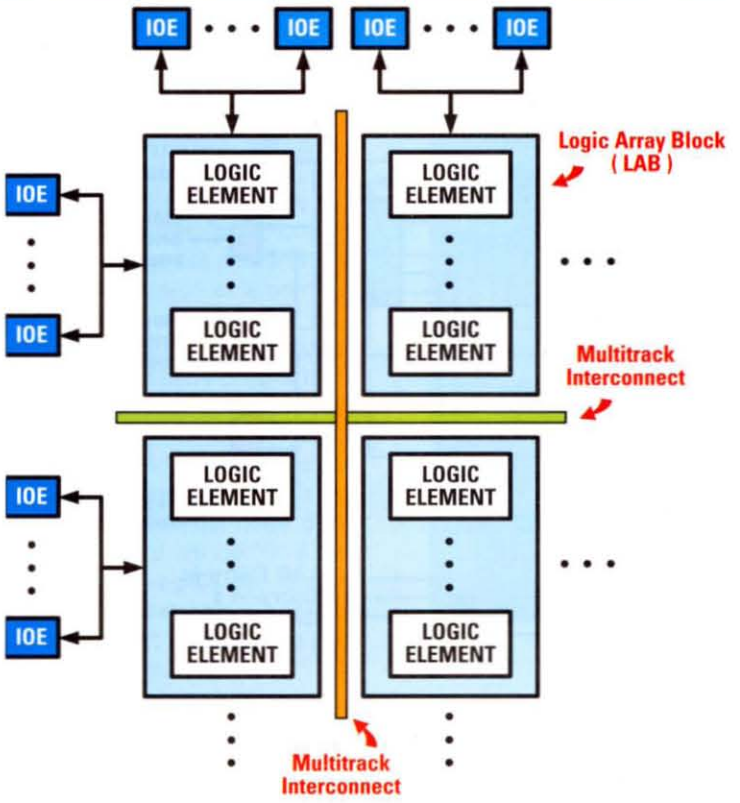


Figure 3 : Schéma synoptique interne du MAX II ; il a une structure à matrice basée sur l'adressage de 4 lignes et 6 colonnes soit un total de 240 LE.

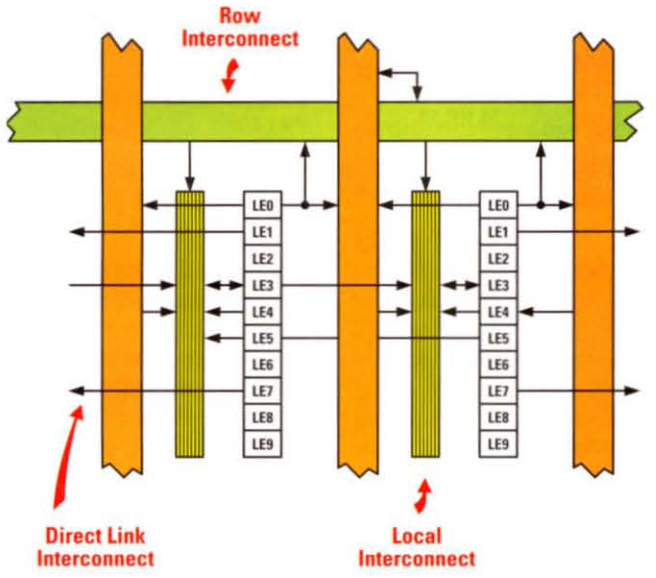


Figure 4 : Chaque LAB est structuré en 10 LE qui s'interconnectent grâce à un réseau local plus rapide (Local Interc.) et aux grosses lignes pour liaison entre LABs à bonne distance entre eux (Row Interc.).

On a souvent de la mémoire – volatile ou non – à l'intérieur de la même puce et dans les FPGA les plus sophistiquées on peut d'ailleurs trouver un microcontrôleur intégré. Les capacités peuvent dépasser les 100 000 LC, de façon à pouvoir implémenter des microcontrôleurs entiers à partir d'un PC.

A titre de confirmation de ce que nous disions de la difficulté de tracer la frontière entre CPLD et FPGA : notre dispositif entre dans la première catégorie mais a une LUT à quatre entrées pour bloc fonctionnel, ce qui ressortit normalement des caractéristiques du second dispositif.

Le circuit intégré Altera MAX II EPM240T100C5N

Le dispositif présent sur la platine de test EN1686 appartient à la famille des CPLD et il s'agit du MAX II EPM240T100C5N de Altera, leader dans le domaine des dispositifs à logique programmable.

Ses caractéristiques fondamentales

C'est une puce construite en technologie 0,18 µm, avec six niveaux internes et elle a une capacité de 240 LE, équivalant à environ 192 macro cellules. Bien que ce soit le plus petit de sa catégorie, il possède un nombre de broches élevé : cent broches dont 80 d'E/S sont à la disposition de l'usager (divisés en six banques). Parmi ces broches, certaines sont particulières et peuvent être utilisées comme broches normales ou en mettant à profit leur fonction particulière : il y en a quatre de globales avec une distribution interne arborescente afin d'atteindre tous les points de la puce avec des retards négligeables ; elles sont utiles, par exemple, pour le transport d'un ou plusieurs signaux d'horloge ; une de "reset" global qui met à zéro tous les registres internes ; une de "output-enable" (sortie habilitée) globale qui met toutes les broches de sortie à haute impédance, soit les laisse flottantes, reliées ni à la masse ni à l'alimentation. Le brochage est visible figure 2.

Cette puce est très rapide car, bien que sa fréquence maximale soit déterminée par le circuit dans lequel elle est implémentée, il n'est guère difficile de dépasser 200 MHz. Nous avons pour notre part monté un quartz d'horloge de 20 MHz, ce qui est plus que suffisant pour une introduction à ce nouvel univers et très éloigné des limites physiques de fonctionnement ; ainsi, un circuit même mal optimisé ne pourra pas faire autrement que de fonctionner ! Elle possède deux mémoires non volatiles internes qui maintiennent les données en mémoire même si l'alimentation est coupée : la CFM ("Configuration Flash Memory") et la UFM (User Flash Memory). La première est utilisée pour mémoriser la programmation de la platine ; la seconde a une capacité de 8 197 bits et elle est utilisable par l'usager comme mémoire normale non volatile programmable de 16 bits. Grâce à la CFM on n'a pas besoin d'une mémoire externe pour la programmation et la MAX II est autosuffisante ; elle peut être lancée tout de suite à tout moment après la programmation, tout en conservant les données même en l'absence d'alimentation.

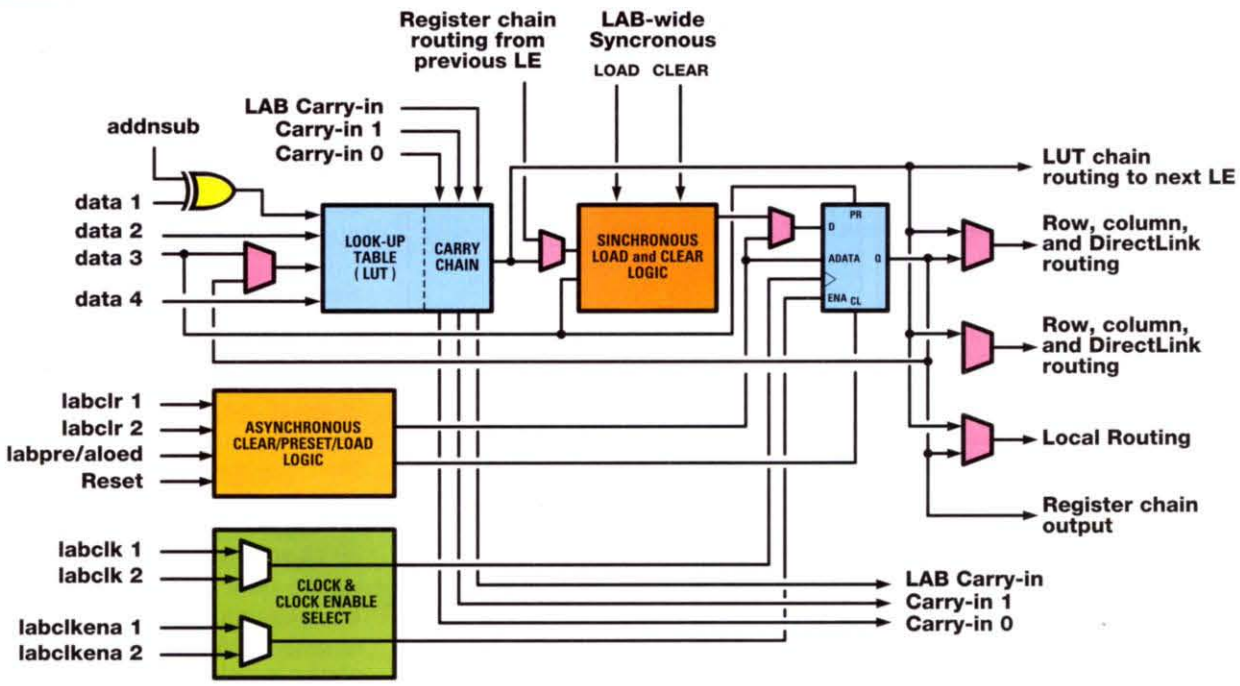


Figure 5 : Schéma synoptique interne d'une LE du MAX II ; le bloc principal est la LUT à quatre entrées ; les multiplexeurs et les interconnexions sont tous contrôlés par la mémoire de configuration interne, qui se programme à partir d'un PC. En réalité, l'usager doit seulement décrire exactement le fonctionnement du circuit avec le code car c'est le compilateur qui, connaissant le dispositif, l'interprète et choisit la manière la mieux adaptée de l'implémenter.

Figure 6 : Brochages des circuits intégrés TTL 74HC244 et 74HC04 (avec les schémas synoptiques internes : respectivement 10 et 6 amplificateurs opérationnels), utilisés dans le programmateur CPLD EN1685, vus de dessus et de la LED vue de face.

La programmation ISP ("In System Programmability") est en outre possible : on peut donc programmer sans devoir modifier physiquement le matériel et alors qu'une programmation précédente différente fonctionne déjà. La puce interne fonctionne sous une tension de 1,8 V, mais comme elle a des régulateurs internes on peut l'alimenter jusqu'à 3,3 V et c'est là la tension d'alimentation de notre platine. Chaque broche de sortie supporte un courant maximal de 25 mA, ce qui permet, par exemple, d'allumer une LED sans avoir besoin d'un "buffer" externe. Il faut par contre bien faire attention de ne pas dépasser la limite de 130 mA par banc. Si, par exemple, nous voulions consommer 15 mA par broche, nous ne pourrions en utiliser que huit par banc, sous peine de détruire le composant par effet Joule.

Le dispositif est programmé en mode ("Joint Test Action Group") au moyen de notre programmateur EN1685, à relier au port parallèle du PC. Le dispositif consacre quatre broches à la programmation selon ce mode (broches 22-23-24-25, figure 2).

Sa structure interne

Le schéma synoptique interne est visible figure 3. Même si pour programmer correctement il n'est pas strictement nécessaire de connaître la structure interne du dispositif, il est tout de même utile de comprendre comment fonctionnent en général les logiques programmables et, pour cela, pourquoi ne pas nous appuyer sur ce composant en particulier ? En effet, ce qui change c'est la complexité et la capacité mais pour l'essentiel la structure reste la même.

Pour implémenter la fonction désirée, la MAX II a une structure à matrice basée sur l'adressage de lignes et colonnes ("MultiTrack Interconnect") qui interconnectent les "Logic Array Blocks" (LAB), contenant chacune dix "Logic Elements" (LE). Notre dispositif a 6 colonnes et 4 lignes soit un total de 24 LAB et donc 240 LE. Aux bords on a les IOE ("I/O Element", I/O = E/S), des buffers bidirectionnels pour les broches d'E/S ("in/out") qui offrent beaucoup de modes de fonctionnement, parmi lesquels le "trigger de Schmitt", les niveaux logiques TTL et C/Mos de 1,5 à 3,3 V, etc.

La figure 4 montre la structure d'un LAB. On voit les dix LE qui s'interconnectent grâce à un réseau local plus rapide où trouvent place les signaux de contrôle et les connexions pour les "chaînes" de signaux. Par exemple, si une fonction logique a besoin de la capacité de 4 LE en cascade pour être implémentée, au lieu de mettre à profit les grosses lignes globales (en vert et en orange figure 4) qui peuvent relier les LAB à grande

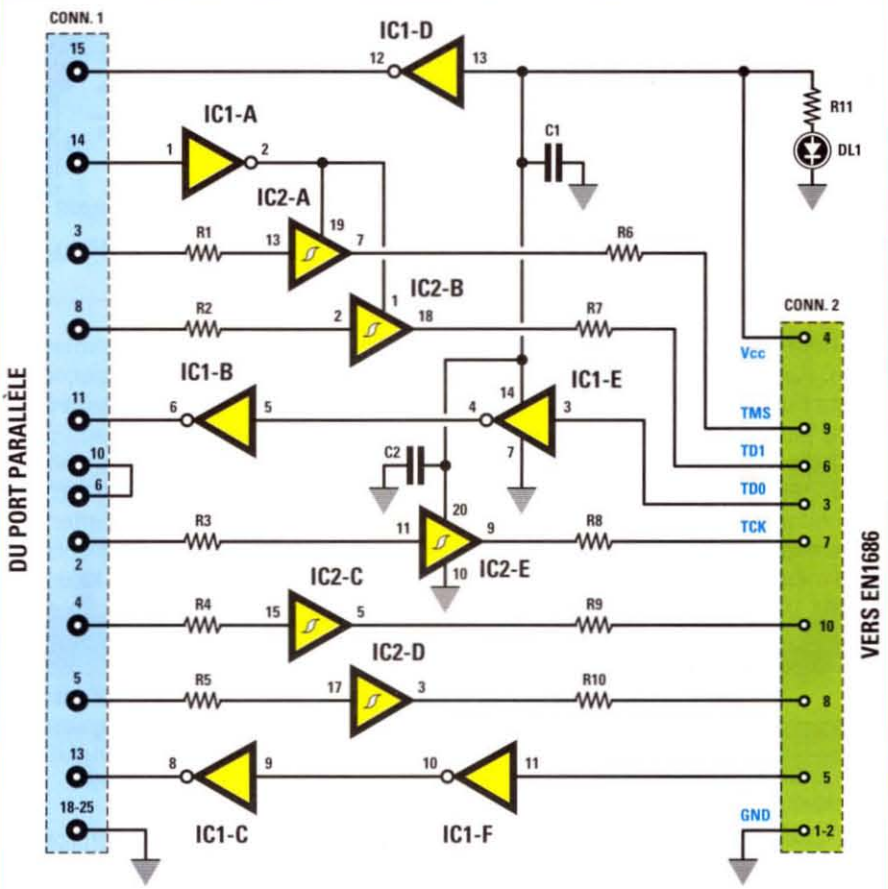
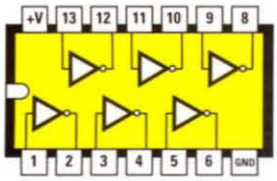
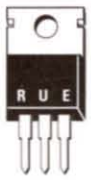


Figure 7 : Schéma électrique du programmateur EN1685. En mettant à profit les propriétés qu'ont les ports parallèles de dialoguer, si on les a bien programmés pour cela, comme ligne série, il est possible d'utiliser le protocole de communication du standard JTAG, qui utilise les broches 22-23-24-25 (voir figure 10) pour la programmation de la CPLD. Cette platine reçoit sa tension d'alimentation – elle doit être de 3,3 V – de la platine EN1686 à travers la broche 4 du connecteur à 10 pôles CONN2.



74 HC 04



LM 317

Figure 8 : Brochage vu de dessus du circuit intégré TTL 74HC04 qui, avec le quartz, constitue l'oscillateur d'horloge interne utilisé par la CPLD pour synchroniser tous les processus. Brochage vu de face du régulateur LM317 qui, avec les résistances R1-R2-R3 stabilise la tension à 3,3 V.

distance, on se sert des connexions locales plus rapides. On a en outre des connexions locales entre LAB adjacents (DirectLink) et, pour ceux voisins des broches externes, également avec ces dernières.

Chaque LE peut en piloter 30 autres situées dans les LAB adjacents de droite et de gauche, plus les dix contenus dans le même LAB.

Le logiciel de compilation et de programmation utilise automatiquement les caractéristiques de l'architecture en implémentant dans les blocs adjacents les plus grosses fonctions, celles qui "mangent" le plus de logique, de façon à optimiser les retards maximaux de propagation du signal et donc augmenter la fréquence à laquelle le circuit peut fonctionner.

Chaque LAB peut avoir au maximum 26 entrées possibles plus dix autres provenant de la sortie de chaque LE. En outre, on a toute une série de signaux de contrôle globaux consacrés à l'horloge, au "reset", à l'"enable", optimisés pour remplir leur fonction sans avoir à en définir d'autres, ce qui ferait perdre de sa capacité logique au dispositif.

Liste des composants EN1685

R1..... 100
R2..... 100
R3..... 100
R4..... 100
R5..... 100
R6..... 33
R7..... 33
R8..... 33
R9..... 33
R10..... 33
R11..... 470

C1..... 100 nF polyester
C2..... 100 nF polyester

DL1..... LED
IC1..... 74HC04
IC2..... 74HC244

CONN1 connecteur 25 pôles
CONN2 connecteur 10 pôles

Divers :

1 support 2 x 7 broches
1 support 2 x 10 broches

Note : *Toutes les résistances sont des quart de W.*

LE : LOGIC ELEMENTS

Si nous descendons encore de niveau d'abstraction, nous trouvons la plus petite unité logique de l'architecture de la MAX II, la petite "brique" de base avec laquelle sont implémentées les fonctions logiques décrites à haut niveau avec le VHDL ou avec la schématique. A partir de l'analyse de cette structure on comprendra comment il est possible de transformer un code écrit sur un PC en matériel. Sans être terrorisés par cette révélation, regardez la figure 5 ! Le bloc principal est la "Look-Up Table" (LUT) à quatre entrées, capable d'implémenter n'importe quelle fonction à quatre variables d'entrée en une de sortie, simplement en composant la table de vérité. Pour en comprendre le fonctionnement, prenons comme exemple une LUT à deux entrées, programmée pour exécuter une banale fonction AND à deux variables. La table de vérité d'une AND est la suivante :

Entrée B	Entrée A	Sortie Out
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

C'est exactement ce qui est programmé dans la LUT pour remplir sa fonction. Si nous étendons le concept, nous comprenons comment une LUT à quatre entrées peut exprimer n'importe

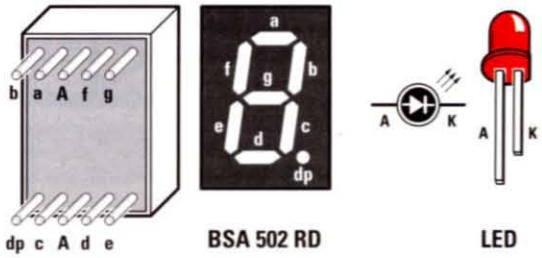
quelle fonction de quatre variables et une sortie selon sa table de vérité qui sera extrapolée par le compilateur à partir du code écrit. Dans l'exemple cela pourrait être le résultat de la compilation d'une ligne de code :

Out = A and B

Grâce aux "carry-in" et "carry-out", c'est-à-dire les reports des fonctions disponibles pour chaque LUT, il est possible d'étendre la complexité du circuit même à des fonctions à plus de quatre variables et plusieurs sorties.En aval de la LUT on a un registre programmable complet de la logique nécessaire au "reset", "preset" et "enable", grâce auquel, on le verra, il sera possible de créer une logique séquentielle à divers états. Tous les blocs restants sont les multiplexeurs nécessaires à la programmation du LE et toutes les connexions servent pour l'interfacer avec l'extérieur à travers les réseaux local et global. Par exemple, le multiplexeur en aval du registre sert à l'exclure et donc à faire passer la donnée élaborée par la LUT directement à un autre bloc, ou l'inclure et donc faire passer la donnée échantillonnée. Tous ces multiplexeurs et ces interconnexions sont contrôlées par la mémoire de configuration interne du MAX II, c'est-à-dire celle que nous avons à programmer à partir du PC. Il est important de noter que le mode de programmation des contrôles est quasiment invisible par l'usager, lequel doit se préoccuper exclusivement de décrire le fonctionnement de son circuit au moyen du code. Au compilateur de l'interpréter et de choisir ce mode. Bien sûr, il est possible aussi d'intervenir manuellement, par exemple en choisissant la disposition des LE sur lesquelles cartographier le circuit, mais cela se fait quand on a besoin d'une forte optimisation du circuit à concevoir. Enfin, chaque LE a deux modes de fonctionnement, normal et en arithmétique dynamique, le choix revenant au compilateur en fonction du code à implémenter.

La première est la plus utilisée et elle sert à implémenter des fonctions générales, qui ne nécessitent aucune précaution particulière. La seconde est utile quand il faut implémenter des fonctions arithmétiques comme somme, différence, compteur, accumulateur, comparateur, etc., avec parallélisme supérieur à un. Dans ce mode, les chaînes des reports, des "resets", etc., sont reliées entre elles de façon à voir plusieurs LE comme une seule.

Figure 9 : Brochage vu de derrière de l'afficheur à sept segments BSA502RD (vue de face des 7 segments et du point). Brochage de la LED vue de face.



Liste des composants EN1686

R1 220
R2 180
R3 180
R4 100
R5 220
R6 220
R7 220
R8 220
R9 220
R10 ... 220
R11 ... 220
R12 ... 220
R13 ... 220
R14 ... 220
R15 ... 220
R16 ... 220
R17 ... 220
R18 ... 220
R19 ... 220
R20 ... 220
R21 ... 220
R22 ... 220
R23 ... 220
R24 ... 220
R25 ... 10 k
R26 .. 10 k
R27 .. 10 k
R28 .. 1 M
R29 .. 1 k
R30 ... 10 k
R31 .. 10 k
R32 .. 10 k
R33 .. 10 k
R34 ... 10 k

C1..... 10 µF électrolytique
C2..... 10 µF électrolytique
C3..... 10 µF électrolytique
C4..... 100 nF polyester
C5..... 100 nF polyester
C6..... 100 nF polyester
C7..... 22 pF céramique
C8..... 22 pF céramique
C9..... 10 nF polyester
C10 ... 10 nF polyester
C11 ... 10 nF polyester
C12 ... 10 nF polyester
C13 ... 10 nF polyester

DS1 ... 1N4007
DL1 ... LED
DL2 ... LED
DL3 ... LED
DL4 ... LED
AF1.... BSA502RD anode commune
AF2.... BSA502RD anode commune

IC1..... LM317
IC2..... TTL 74HC04
IC3..... CPLD MAX II
EPM240T100C5N

XTAL1 quartz 20 MHz
CP1 ... buzzer piezo 12 V

P1..... poussoir
[...]
P5..... poussoir
CONN1 connecteur à 10 pôles

Divers :

4 supports 2 x 11 broches pour la platine KM1686
1 support 2 x 7 broches
1 dissipateur pour le régulateur IC1
1 nappe avec connecteurs femelles à dix pôles
1 bornier à deux pôles
1 boulon 3MA 10 mm

Note : *Toutes les résistances sont des quart de W.*

Le schéma électrique du programmateur

Le programmateur pour le dispositif CPLD utilise le port parallèle de l'ordinateur (voir le CONN1 dans le schéma électrique de la figure 7) de dialoguer avec des périphériques se comportant comme un port série multiple. En effet, quand on active un bit particulier, les sorties D0-D7 du port parallèle deviennent des entrées. Avec un logiciel approprié mettant à profit cette caractéristique, il est possible de transformer chaque sortie D0-D7 en une parfaite ligne série. Un autre exemple de cette application est le logiciel de gestion de l'Excitateur FM 88-108 MHz EN1619. L'alimentation des deux circuits intégrés du programmateur est fournie par la platine de test, dont le fonctionnement est décrit plus loin, à travers la broche 4 Vcc du connecteur CONN2. Cette même source alimente aussi la LED DL1, dont l'allumage signale que le programmateur est correctement alimenté.

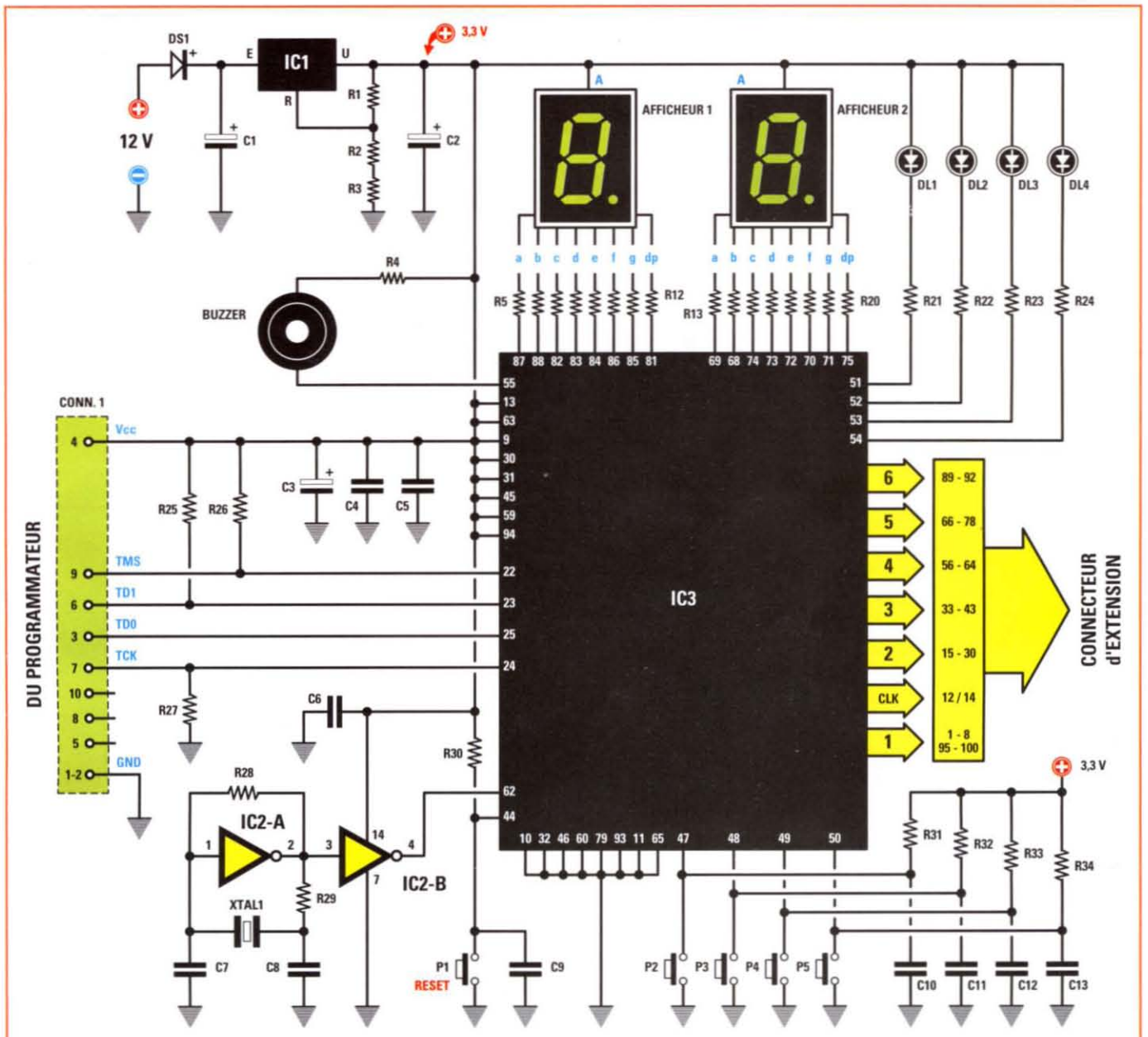


Figure 10 : Schéma électrique de la platine de test EN1686 ; le programme test.pof, inclus dans le CDR1685, vous permet de tester la programmation correcte de la CPLD. En effet, si on active convenablement les poussoirs P2-P4 présents sur cette platine, vous activerez le buzzer et allumerez les afficheurs et la LED. Le poussoir P1, relié à la broche 44 de la CPLD, a pour fonction de réinitialiser ("reset") la puce. Côté droit du circuit imprimé (voir figure 13 dans la seconde partie de l'article), nous avons prévu des trous pour un connecteur d'extension, dédié à vos futures platines.

Le protocole de communication entre le programme fourni par Altera et la CPLD est au standard JTAG lequel, prévoit la programmation série de tous les registres au moyen de la ligne TDI, avec possibilité de vérifier le fonctionnement correct interne du dispositif grâce à la lecture de ces mêmes registres par la ligne série TDO. Le "handshake", c'est-à-dire la synchronisation correcte entre programmateur et puce, se fait à travers la ligne d'horloge TCK et la ligne de contrôle TMS.

Le schéma électrique de la platine de test

Le schéma électrique de cette platine est conçu pour fournir des entrées à la CPLD et des sorties : les LED DL1-DL4, les deux afficheurs et le buzzer. Pour alimenter la CPLD (et aussi la platine du programmateur), nous avons monté un régulateur IC1 LM317 (voir le schéma électrique de la figure 10) : il stabilise les 12 V d'entrée à 3,3 V à travers le pont R1-R2-R3. Les amplificateurs opérationnels IC2/A et IC2/B, contenus dans le circuit intégré TTL 74HC04, avec le quartz XTAL1, forment l'oscillateur d'horloge interne que la CPLD utilise pour tous ses processus internes. Sur le circuit imprimé que nous avons dessiné, nous avons prévu des trous latéraux pour monter ultérieurement un connecteur d'extension à utiliser pour piloter les platines de vos futurs montages.

Conclusion et à suivre

Le mois prochain nous réaliserons les platines de ce programmateur et nous apprendrons à installer le logiciel.

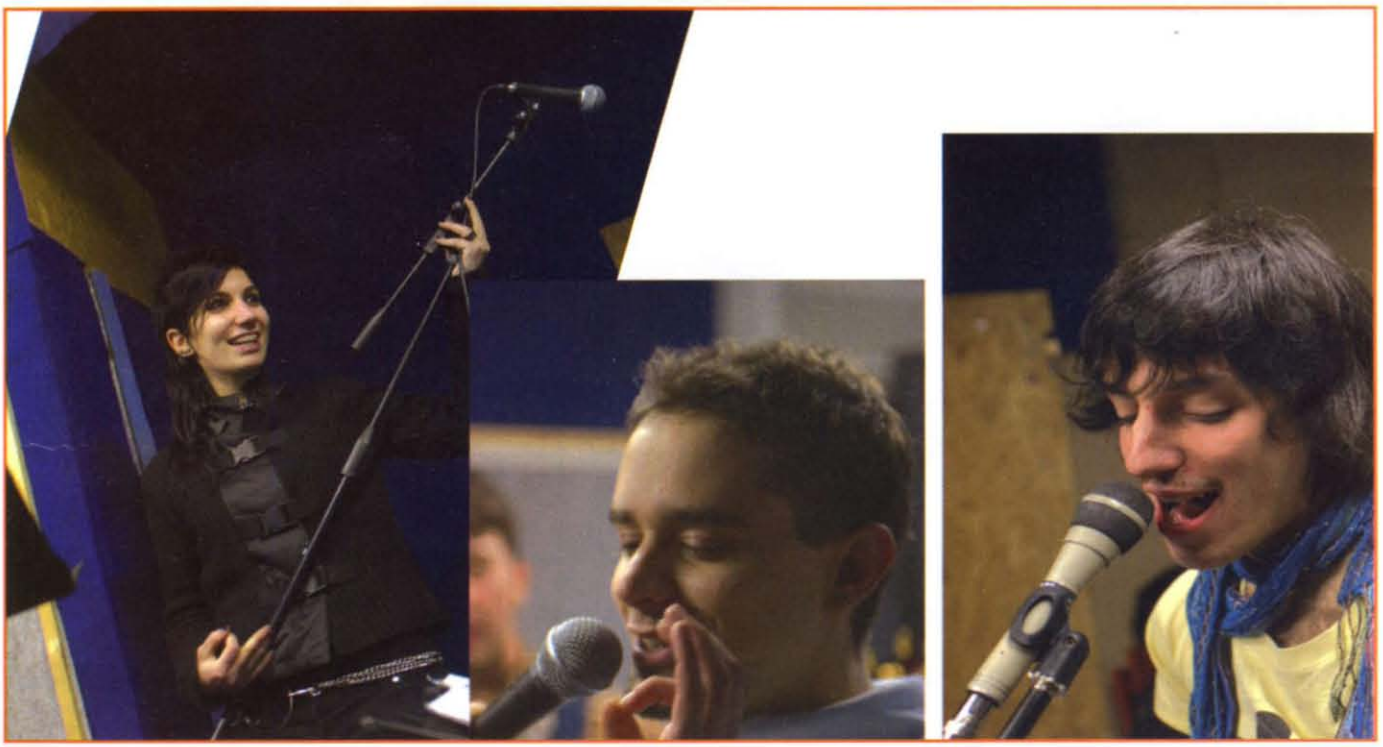
Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce programmateur CPLD EN1685-1686 est disponible chez certains de nos annonceurs. Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip. ◆

Un adaptateur
pour micro symétrique

Le schéma que nous vous présentons dans ces pages est un préamplificateur pour microphonique symétrique avec gain réglable. Avec notre schéma vous pourrez utiliser votre « précieux » microphone symétrique professionnel avec n'importe quel amplificateur domestique, même si celui-ci ,n'est pas équipé d'un connecteur de type XLR.



Le schéma que nous vous présentons dans ces pages est un préamplificateur pour microphonique symétrique à faible signal et avec gain réglable. Vous pourrez utiliser votre « précieux » microphone symétrique professionnel avec n'importe quel amplificateur du marché, même si celui-ci , n'est pas équipé d'un connecteur femelle d'entrée de type XLR.

L'idée d'un montage de convertisseur de signaux «symétrique» vers « asymétriques» nous est venue pour donner à toute personne intéressée, la possibilité de posséder à moindre coût , un microphone « professionnel ».

Les connections du microphone symétrique sont totalement différentes de celles d'un microphone normal, le microphone professionnel possède, en effet, une sortie symétrique, c'est-à-dire à trois fils, que l'on relie habituellement à une prise type XLR de la table de mixage alors qu'un microphone classique n'a que deux fils (la sortie point et la masse).

Pour relier ce microphone à un étage de puissance possédant des entrées standards asymétriques (à 2 fils), comme l'on trouve sur les installations hi-fi domestiques, tout en en conservant ses qualités, il faut insérer entre l'amplificateur et le microphone un préamplificateur convertisseur de signaux symétriques en asymétriques.

Pour cette réalisation nous avons utilisé le double amplificateur opérationnel NE.5532, déjà employé dans d'autres projets, parce qu'il a en entrée un faible niveau de bruit et en sortie une basse impédance. Ainsi il pourra être raccordé à n'importe quel appareil professionnel nécessitant de telles caractéristiques.

Pour tous nos lecteurs et électroniciens qui se retrouvent à la maison avec tant de composants en surplus nous pouvons vous suggérer d'utiliser le LS4558 car il est compatible PIN à PIN avec le NE.5532, et même s'il est légèrement plus bruyant il s'adaptera parfaitement à l'application envisagée.

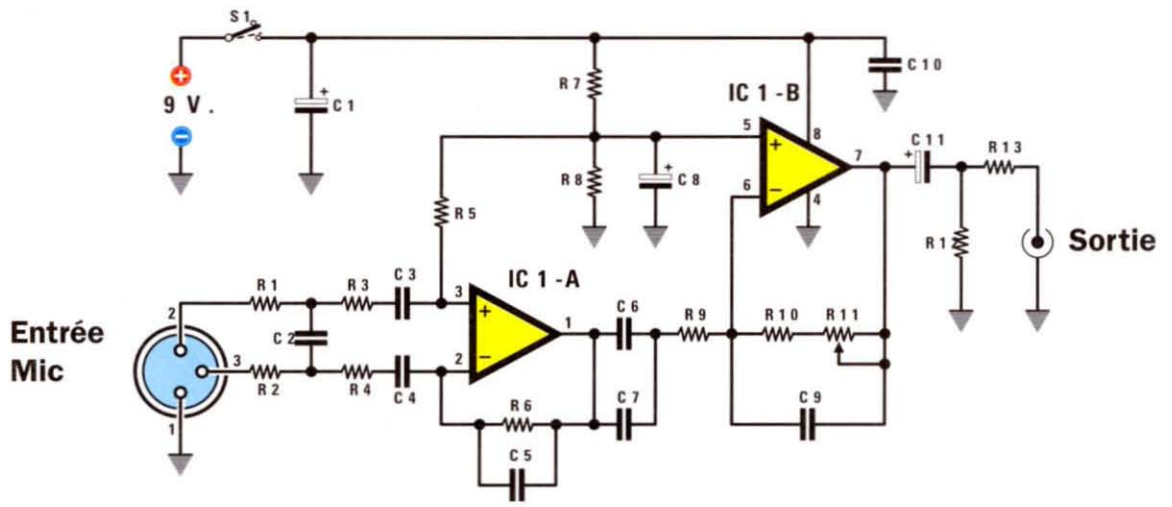


Fig.1 Schéma électrique du préamplificateur pour microphone symétrique. Ce circuit convertit les signaux symétriques des microphones professionnels en signaux asymétriques adaptés pour être amplifiés dans n'importe qu'elle installation hi-fi domestique. Le gain du circuit peut être réglé de 0 à 40 dB par le trimmer R11.

Schéma électrique

Les broches du microphone sont reliés aux entrées de l'amplificateur opérationnel IC1/A en mode différentiel. Nous utilisons ce mode car si une perturbation arrive sur les deux entrées en même tant celle-ci s'annule. Seuls les signaux différentiels sont amplifiés et dans notre cas, seul la voix traversera l'amplificateur opérationnel.

Il s'agit d'une configuration classique, que nous utilisons habituellement pour amplifier de très faibles signaux lorsque nous voulons réaliser des appareils de mesure comme, par exemple, les électrocardiographes.

En entrée nous trouvons un premier filtre formé des résistances R1-R2 et du condensateur C2, qui limitent la bande passante supérieur du préamplificateur de façon à atténuer les signaux ultra-soniques ou des signaux radios qui pourraient être présents ensemble avec le signale BF. Ce filtre limite donc la bande passante dans les fréquences supérieures à 3.500 Hz.

Toujours en entrée, il y a aussi un second filtre formé des condensateurs C3-C4 et des résistances R3-R4, contrairement au premier filtre, il atténue les signaux subsoniques en dessous des 15 Hz.

L'étage entier possède un gain en tension proche de 1, par conséquent il n'introduit pas d'amplification sur le signal appliqué en entrée, mais il a pour but de transformer le signale « symétrique » du microphone en un signale « asymétrique ».

Ainsi transformé, le signal est amené par les condensateurs C6-C7 et la résistance R9 à l'entrée inverseuse du second amplificateur opérationnel de IC1 (voir broche 6 IC1/B en fig.1) de sorte qu'il puisse être amplifié.

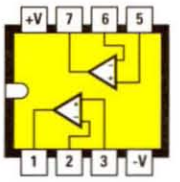
Le gain de l'étage se règle à l'aide du trimmer R11. Celui-ci permet de faire varier l'amplification de 1 à 100 fois, ou bien de 0 à 40 dB, typique des préamplificateurs microphonique à capsule dynamique.

Pour l'alimentation du circuit nous avons utilisé une classique pile de 9 volt. Pour réaliser l'alimentation symétrique nécessaire à l'ampli opérationnel à l'aide de cette seule pile nous avons fabriqué une masse flottante à l'aide des résistance R7 et R8 (environ la moitié de la tension : 4.5 V).

La réalisation pratique

Pour réaliser votre préamplificateur microphonique vous commencerez par monter sur le circuit imprimé du EN.1677 le support 8 broches de l'amplificateur opérationnel NE.5532.

Continuez en insérant et en soudant tous les composants passifs (les résistances, le trimmer, les condensateurs céramiques et ceux en polyester, enfin, les trois condensateurs électrolytiques polarisés C1-C8-C11).



NE 5532

Fig.2 Vue de dessus du double opérationnel NE.5532. Nous avons employé celui-ci pour son faible bruit d'entrée et sa basse impédance de sortie.

Ces condensateurs sont de même capacité (100 microfarad), mais ils ne doivent pas être tous insérés dans le même sens, bien évidemment vous devez respecter leur polarité en suivant les indications de la sérigraphie sur le circuit imprimé.

Réalisez ensuite les câbles de liaisons pour prise jack de sortie, l'interrupteur marche/arrêt S1 et le connecteur de la pile 9V.

Pour finir, insérez dans le support le circuit intégré NE5532, le détrompeur orienté vers le condensateur C7, comme il est indiqué sur le schéma en figure 3.

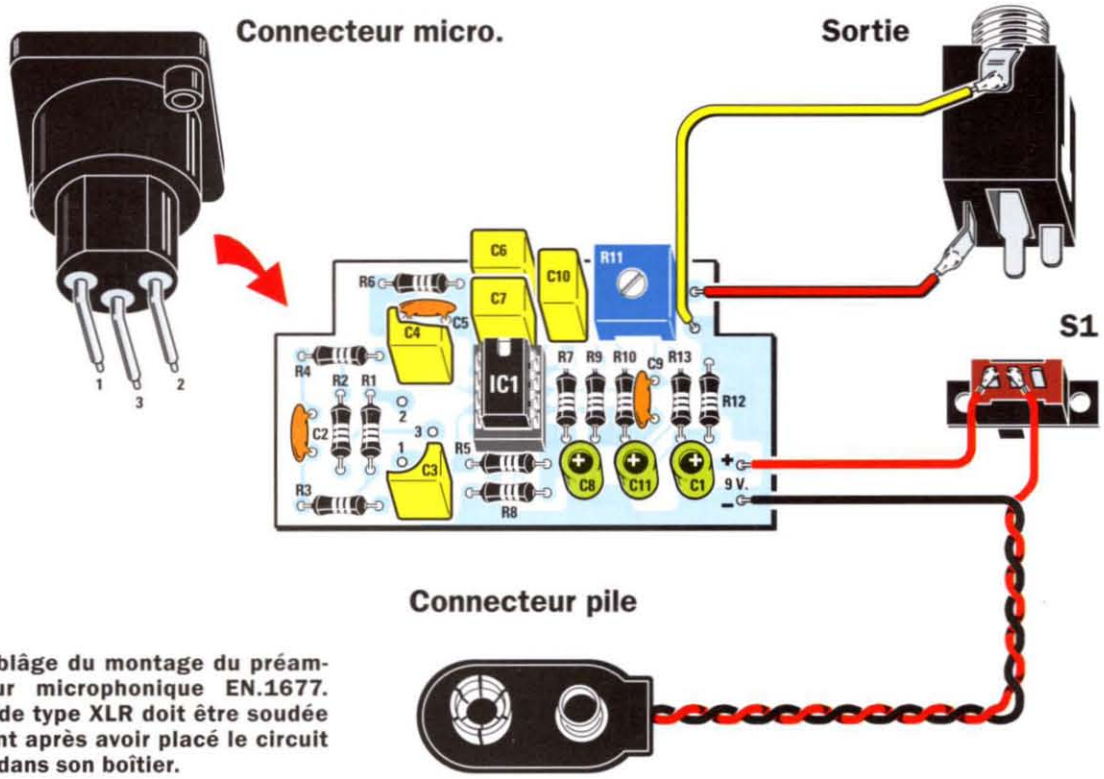


Fig.3 Cablâge du montage du préamplificateur microphonique EN.1677. La prise de type XLR doit être soudée seulement après avoir placé le circuit imprimé dans son boîtier.

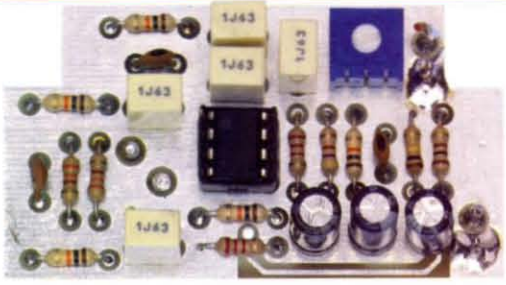


Fig.4 Dans le montage des composants sur le circuit imprimé vous ne rencontrerez pas de difficultés; faites seulement attention à l'insertion du NE5532 de sorte que son détrompeur soit orienté vers le haut.

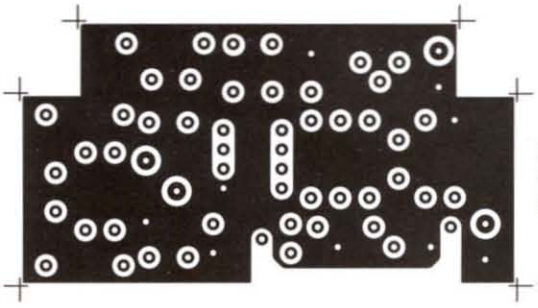


Fig.4B Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé coté composants.

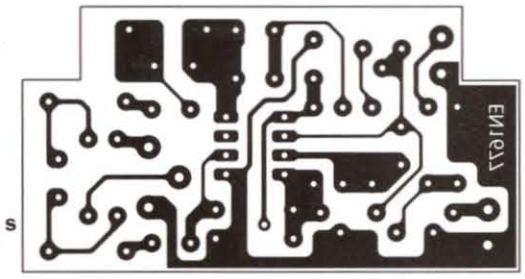


Fig.4A Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé coté soudure.

Liste des composants EN1677

R1.....3.3 k
R2.....3.3 k
R3.....10 k
R4.....10 k
R5.....10 k
R6.....10 k
R7.....2.2 k
R8.....2.2 k
R9.....4.7 k
R10....10 k
R11....500 k trimmer
R12....100 k
R13....100

C1.....100 µF électrolytique
C2.....330 pF céramique
C3.....1 µF polyester
C4.....1 µF polyester
C5.....10 pF céramique
C6.....1 µF polyester
C7.....1 µF polyester
C8.....100 µF électrolytique
C9.....10 pF céramique
C10....1 µF polyester
C11....100 µF électrolytique

IC1.....Circuit intégré NE.5532
S1.....interrupteur

***Note:** les résistances sont des quart de W.*

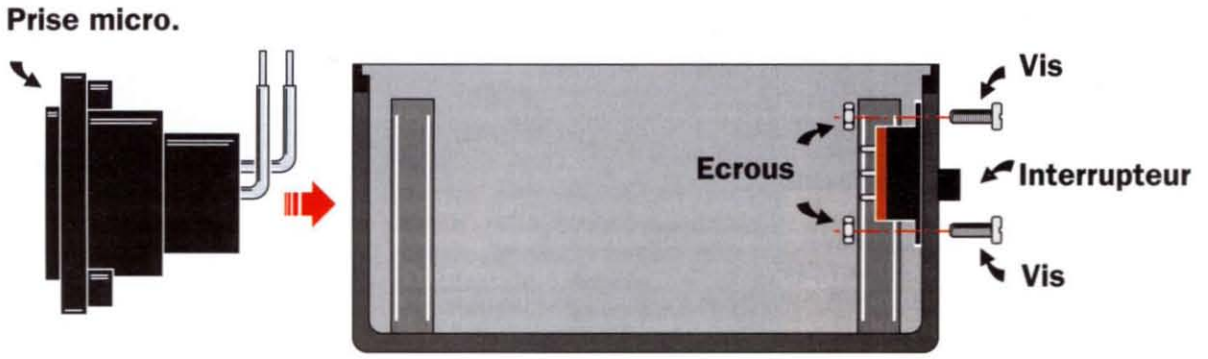


Fig.5 Tout d'abord bloquez avec les deux boulons sur un côté du boîtier l'interrupteur marche/arrêt, qui se loge parfaitement dans la fente prévue. Sur le côté opposé insérez jusqu'au bout la prise microphone avec les broches tournés vers le haut.

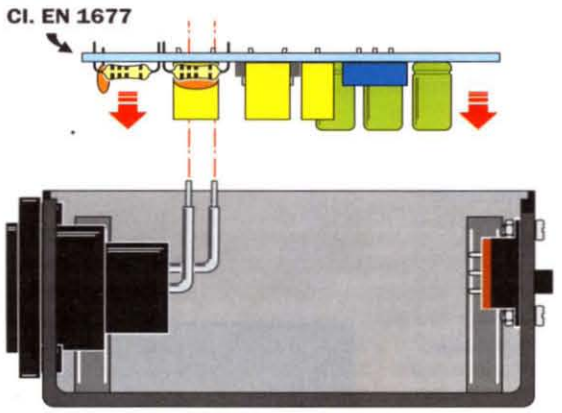


Fig.6 Introduisez dans le boîtier le circuit imprimé, sur lequel vous devez déjà avoir soudé les fils pour les liaisons à l'interrupteur, à la pile et à la prise sortie, avec les composants tournés vers le bas de sorte que les broches de prise microphone entrent dans les trous.

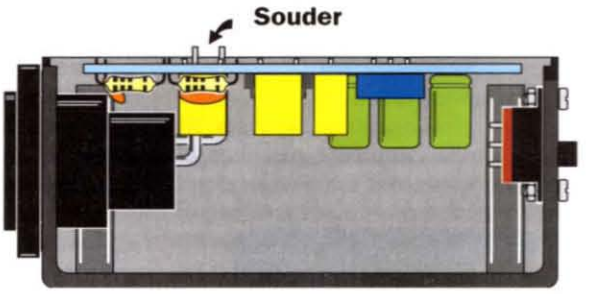


Fig.7 Avec le fer à souder bien chaud soudez les trois broches de prise microphone au circuit imprimé. Si le montage est parfaitement réalisé, les trois points de soudure ne doivent pas être en court-circuit et les soudures doivent avoir un aspect brillant.

La mise en boitier

Le boîtier choisi pour le préamplificateur microphonique est en plastique noir, il vous est livré pré-percé pour la mise en boîtier.

L'exécution du travail est donc facilitée, toutefois, pour réussir sans problème, le montage doit être réalisé dans un ordre bien précis.

Pour ceci nous avons préparé une série de figures qui illustrent l'exacte séquence afin d'obtenir un montage parfait.

Suivez les instructions en vous aidant des images de la fig.5 à la fig.11 pour vous guider dans le montage de votre circuit.

Une fois que l'ensemble aura été placé dans le boîtier, vous finirez le câblage en vous aidant du schéma pratique visible en figure 3.

Réglage du trimmer R11

Le réglage du gain par le trimmer R11 peut être réalisé, après avoir effectué toutes les liaisons, c'est-à-dire microphone, préamplificateur EN.1677, amplificateur et enceintes (à ce propos regardez la fig.14).

Le trimmer doit être réglé de sorte qu'en parlant normalement dans le microphone, la voix sortira des enceintes avec un bon niveau sonore, sans qu'il ne s'emballe : Effet larsen du à un gain excessif du préamplificateur.

Deux mots sur L'effet Larsen

Il fut un physicien danois Søren Larsen (1871-1957) qui en étudiant les ondes

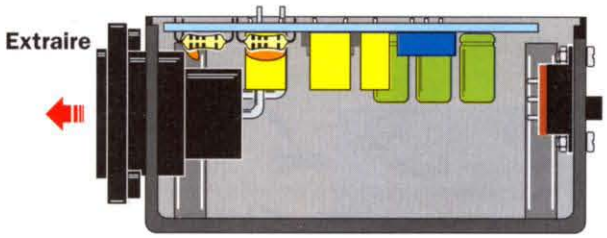


Fig.8 Arrivé à ce stade, vous devez extraire avec délicatesse la tête de la prise microphone de sa fente en la tenant avec deux doigts.

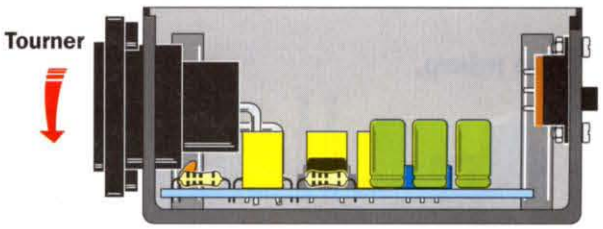


Fig.9 Faite ensuite une rotation de la prise pour renverser le circuit imprimé (les composants vers le haut) et soudez maintenant les fils à l'interrupteur et au connecteur de la pile.

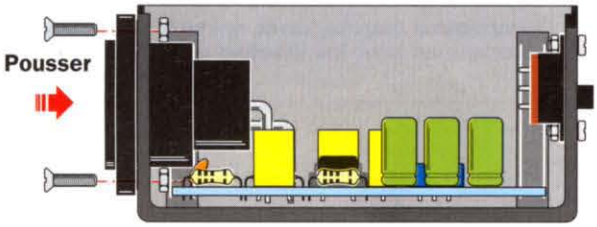


Fig.10 Remettre en position la prise microphone en la poussant avec soin dans la fente et vissez la définitivement.

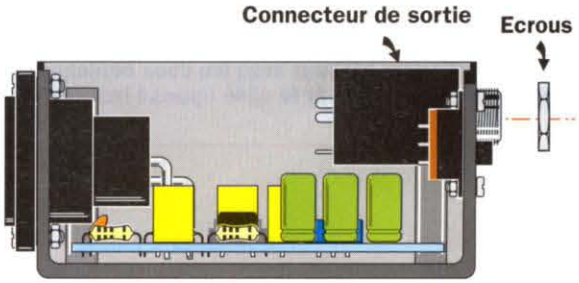


Fig.11 Auprès de l'interrupteur, insérez la prise de sortie et fixez la au boîtier en soudant les fils aux broches (vois fig.3).

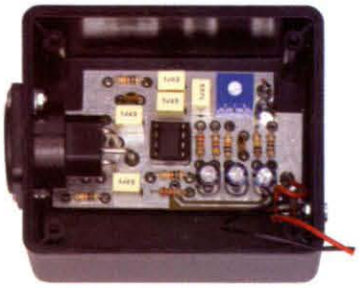


Fig.12 Vue du circuit imprimé du préamplificateur monté dans le boîtier

Fig.13 Avant de fermer le boîtier, insérez la pile et reliez-la à connecteur.

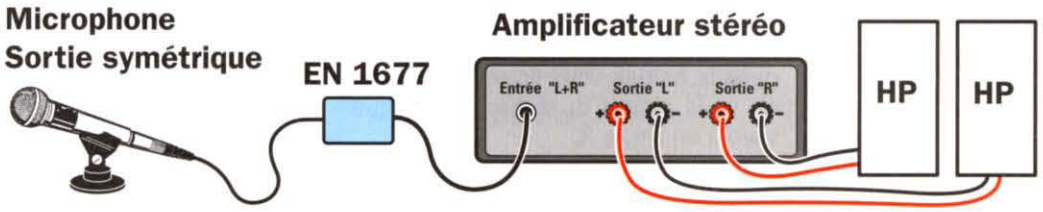


Fig.14 Pour utiliser votre microphone professionnel avec un amplificateur stéréo muni uniquement d'entrées standards asymétriques, vous devez relier le préamplificateur EN.1677 d'une part à la sortie symétrique du microphone (câble avec fiche type XLR) et d'autre part à l'entrée du vôtre installation hi-fi (câble avec fiches type jack des deux côtés).

Fig.15 Photo de la petite boîte plastique noire vue du côté de la fiche femelle de type XLR à entrée symétrique. Ce boîtier est fourni déjà percé.

Fig.16 Sur le côté opposé à celui de la prise XLR vous devez placer l'interrupteur marche/arrêt et la prise de sortie jack stéréo pour la liaison à l'amplificateur.

électroacoustiques découvrit le phénomène auquel fut donné son nom.

L'effet Larsen, connu avec le nom de feedback acoustique, se vérifie lorsque, le microphone se trouve à proximité des enceintes, et capte le son de retour émis du haut-parleur et il le lui renvoie amplifié, comme dans un circuit fermé.

Le résultat du phénomène est un sifflement strident et très désagréable.

Cet effet peut se minimiser ou s'éliminer totalement en éloignant le microphone des enceintes ou bien en abaissant le volume ou encore en étudiant avec attention l'acoustique de la pièce.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet adaptateur pour micro professionnel sysmétrique (cicrcuit imprimé, composants) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip. ◆

Apprenons à écouter notre cœur

avec la Heart Rate Variability

Troisième partie : le logiciel

La Heart Rate Variability (HRV) est une méthode permettant de mesurer et d'analyser la variabilité de la fréquence cardiaque (ou nombre de battements par minute), laquelle est d'une extrême importance pour de nombreux domaines d'application. Nous avons approfondi notre connaissance de la HRV et réalisé un appareil simple capable de détecter et d'enregistrer sur SD-Card la durée exacte s'écoulant entre un battement et le suivant. La grande capacité du support de mémoire utilisé permet d'effectuer des mesures sur une longue durée, 24 heures et plus. Maintenant (troisième et dernière partie), nous allons décrire l'un des logiciels les plus complets pour l'analyse des données relevées et mémorisées par notre «HRV data logger» (enregistreur de données HRV, voir numéro 100). Le programme a été mis au point par le Département de Physique Appliquée de l'université finnoise de Kuopio.

La Heart Rate Variability (HRV) est une technique de mesure et d'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque et elle a notamment des applications en cardiologie et en médecine sportive.

Quelques rappels

Dans les deux parties précédentes de l'article nous avons étudié l'aspect scientifique de cette technique (numéro 99) et proposé la construction (numéro 100) d'un enregistreur de données HRV sur SD-Card (enregistrant essentiellement le temps en ms entre deux battements de cœur). Jusqu'à ces vingt dernières années les médecins n'utilisaient que la moyenne RR de ces intervalles temporels plus ou moins longs.

Cette information était corrélée à des états macroscopiques comme la fatigue, la fièvre, l'émotion, etc. La majeure partie de l'information est constituée par la variabilité de ces intervalles temporels, soit deux aspects fondamentaux :

a) la variabilité proprement dite de l'intervalle RR, c'est-à-dire le fait que les intervalles ne sont pas tous égaux ;

b) l'existence de lois temporelles dynamiques sous-tendant cette variabilité et la distinguant du bruit de fond.

La question de l'existence et de la forme de la variabilité de l'intervalle RR n'a rien de négligeable : on sait en effet depuis longtemps que la régularité de la fréquence cardiaque est impliquée dans de nombreux systèmes de contrôle physiologique et ce sur des durées très différentes. Cela va de la respiration aux complexes hormonaux en passant par le contrôle autonome mis en œuvre par les Systèmes Sympathique et Parasympathique. La complexité des systèmes de contrôle de la fréquence cardiaque est due à la difficulté de «cartographier» efficacement toute la réalité changeante de l'organisme vivant.

Le premier aspect pris en considération par les chercheurs a été le plus évident et le plus simple à mesurer : la quantité moyenne de variabilité présente dans une séquence de RR mesurée à partir de la déviation standard. La SD («Standard Deviation», pas la carte, ne confondez pas !) de la séquence RR était très facile à mesurer et on a démontré qu'elle constitue un indice prédictif fiable d'états physiologiques importants (analyse de l'espace des états) ainsi que des différences de base (analyse de l'espace des systèmes).

Notre logiciel

Le logiciel que nous utilisons pour l'analyse des données (en partant d'une séquence RR) est le plus complet dont on puisse disposer. Il a été mis au point par des chercheurs de l'Université finlandaise de Kuopio et il est disponible sur demande (voir références en fin d'article).

Rappelons que l'interprétation finale des données doit être effectuée par un spécialiste qui, seul, pourra produire un diagnostic et éventuellement une thérapie appropriée. La disponibilité et l'utilisation de ce logiciel par des personnes n'appartenant pas au corps médical ne peut se concevoir qu'à titre d'expérimentation et de vérification des données acquises par un appareil électronique qu'on a soi-même monté. En fait il s'agit, avec cet appareil et ce logiciel, de vérifier que les données sont acquises correctement et rien d'autre. Le programme est en mesure d'effectuer toutes les analyses actuellement utilisées dans ce domaine médical.

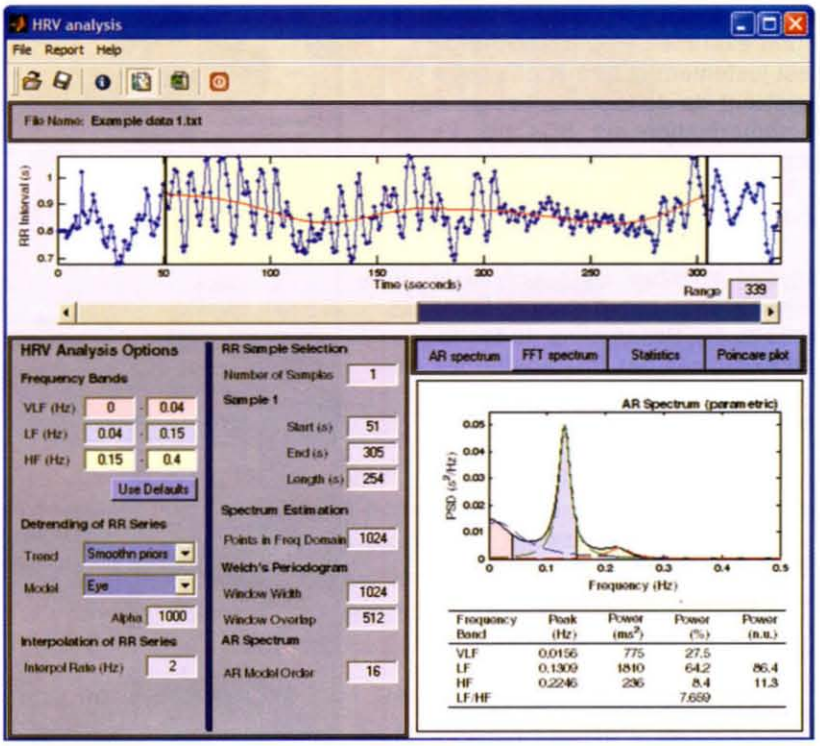


Figure 1 : Écran du logiciel d'analyse HRV. Le logiciel accepte des formats différents parmi lesquels également un fichier au format txt. Le tachogramme qu'on en tire peut être analysé dans son ensemble ou seulement en partie.

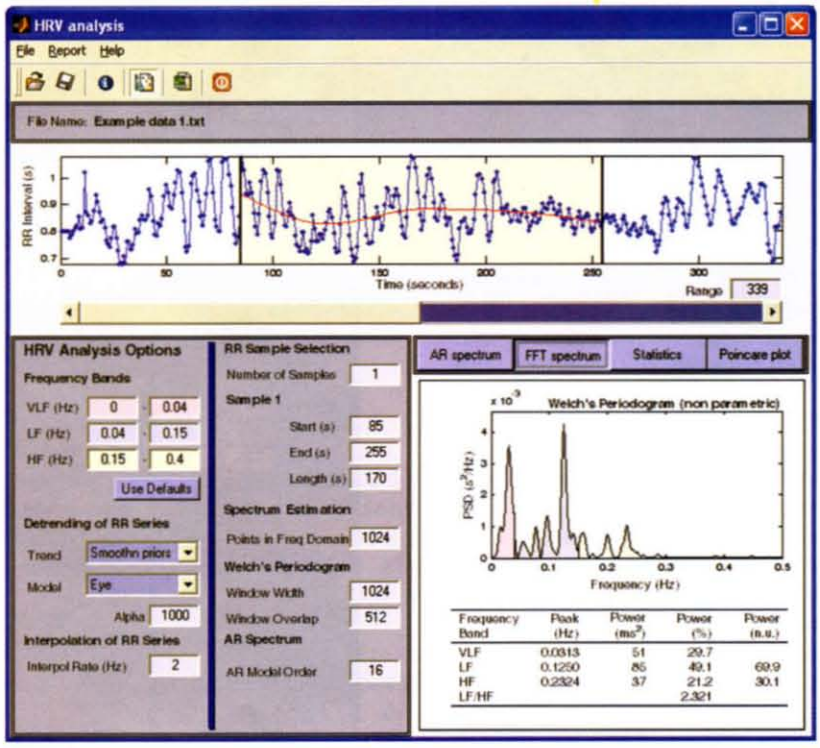


Figure 2 : Écran du logiciel d'analyse HRV: Il effectue une série d'analyses plus complexes par des opérations de «Resampling du tachogramme» suivies par la Transformée de Fourier et le calcul du Spectre de Puissance. Voir aussi figure 3 et 4.

Il fournit des résultats sous forme de graphes visualisés à l'écran mais également exportables au format pdf. Les résultats peuvent aussi être mémorisés au format ASCII avec possibilité d'importation à partir d'Excel. L'information dont a besoin ce logiciel est un flux RR de 4-5 minutes, équivalent à environ 300 battements. Le logiciel accepte des formats différents parmi

lesquels également un fichier au format .txt (la séquence des intervalles RR étant exprimée en milliseconde) ; or c'est justement le format que notre enregistreur de données utilise pour leur mémorisation sur SD-Card. Le tachogramme qu'on en tire (figure 1) peut être analysé dans son ensemble ou seulement en partie.

Le logiciel effectue alors une série d'analyses plus complexes par des opérations de «Resampling du tachogramme» suivies par la Transformée de Fourier et le calcul du Spectre de Puissance du tachogramme (figures 2, 3 et 4). Le Spectre de Puissance, qui représente les composantes de fréquence du tachogramme, contient les informations nécessaires pour arriver à l'évaluation de l'équilibre entre Sympathique et Parasympathique. Le Spectre de Puissance (dans le domaine des fréquences) exprime la puissance des fréquences comprises entre 0.01 et 0.4 Hz : la puissance (Power) est exprimée en ms^2. Dans ce champ nous pouvons distinguer trois sous bandes de fréquences :

- VLF (Very Low Frequency) fréquences comprises entre 0.01 et 0.04 Hz. La bande VLF est due en partie à l'activité du Système Nerveux Sympathique et elle est influencée par les préoccupations et le stress du sujet.

- LF (Low Frequency) fréquences comprises entre 0.04 et 0.15 Hz. La bande LF est due, pense-t-on, principalement à l'activité du Système Nerveux Sympathique et au travail de régulation des barocepteurs.

- HF (High Frequency) fréquences comprises entre 0.15 et 0.4 Hz. La bande HF est due, pense-t-on, à l'activité du Système Nerveux Parasympathique. Cette bande de fréquences est fortement influencée par le rythme et la profondeur de la respiration.

Les paramètres nommés «Déviation Standard» du tachogramme et le paramètre «Total Power» – il est proportionnel au carré de la déviation standard – sont également très importants. Ces deux paramètres expriment le degré total de la variabilité de la fréquence cardiaque, soit l'activité en synergie des systèmes Sympathique et Parasympathique. Le rapport entre Sympathique et Parasympathique est égal au rapport LF/HF.

Un autre outil d'analyse de la dynamique des systèmes complexes non linéaires est la représentation dans l'espace des phases ou espace des états : cette technique suit les valeurs des variables indépendantes qui se modifient dans le temps. Le grand nombre de variables indépendantes présentes dans beaucoup de systèmes complexes les rend non identifiables et non mesurables immédiatement : pour ces systèmes la représentation de l'espace des phases peut être réalisée avec la méthode des «delay maps» (figure 7).

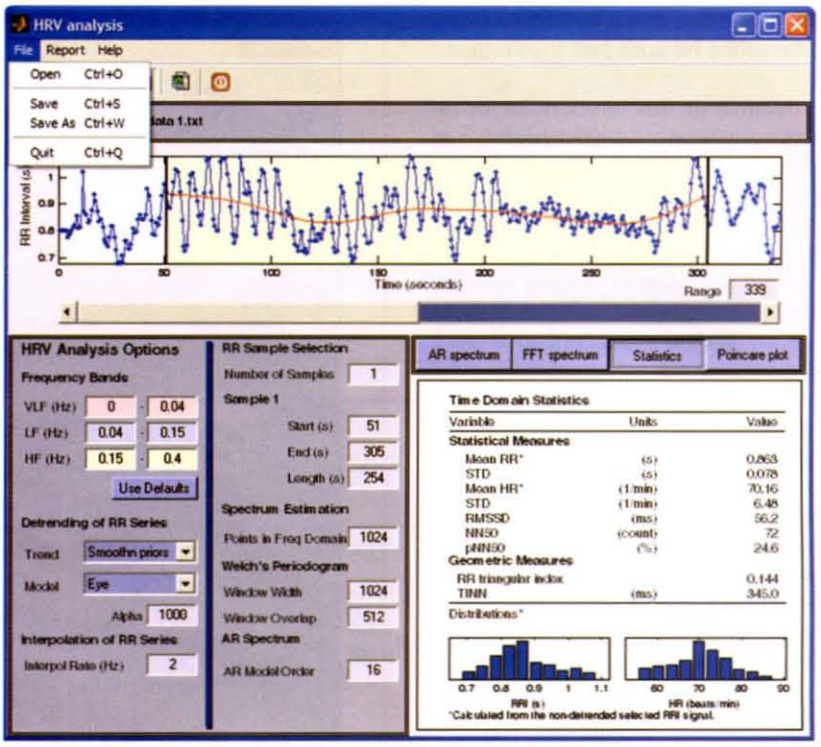


Figure 3 : : Écran du logiciel d'analyse HRV. Voir figure 2.

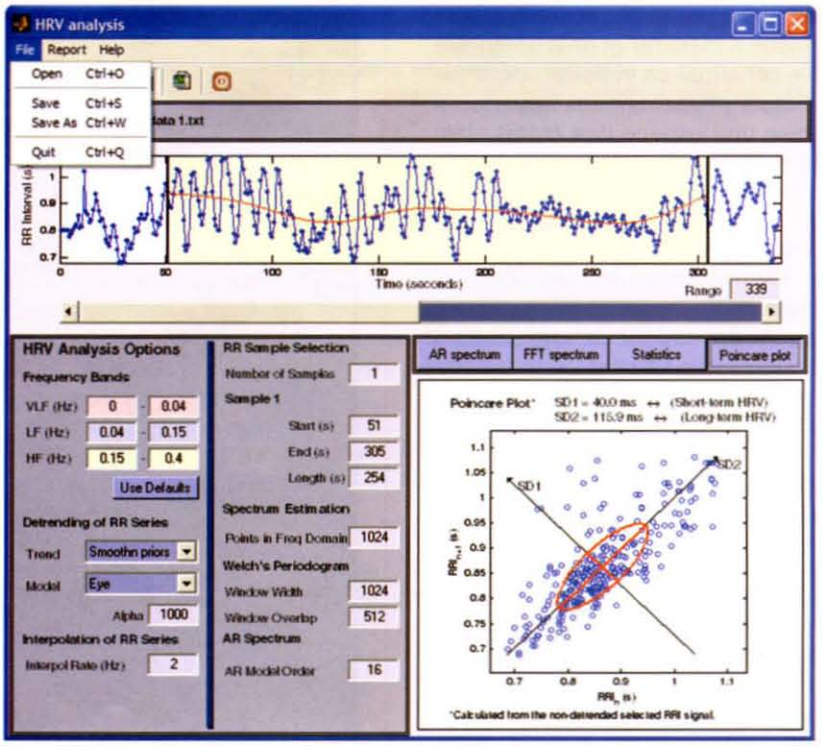


Figure 4 : Écran du logiciel d'analyse HRV. Voir figure 2.

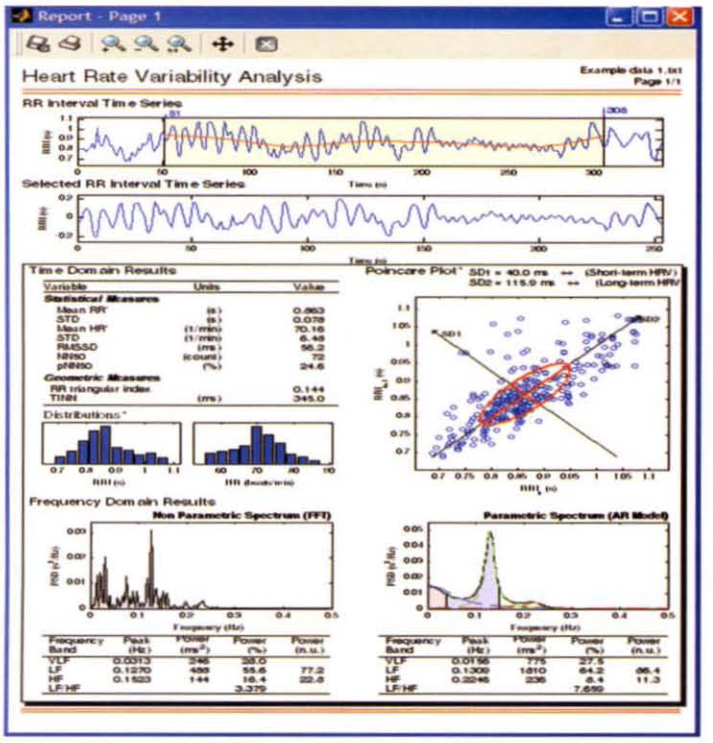
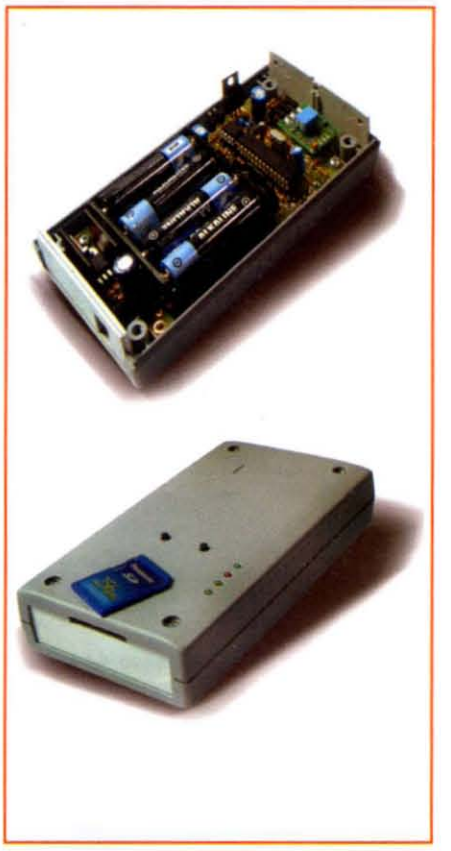


Figure 5 : Au terme de l'analyse un formulaire imprimable et contenant tous les diagrammes et toutes les informations finales est produit.



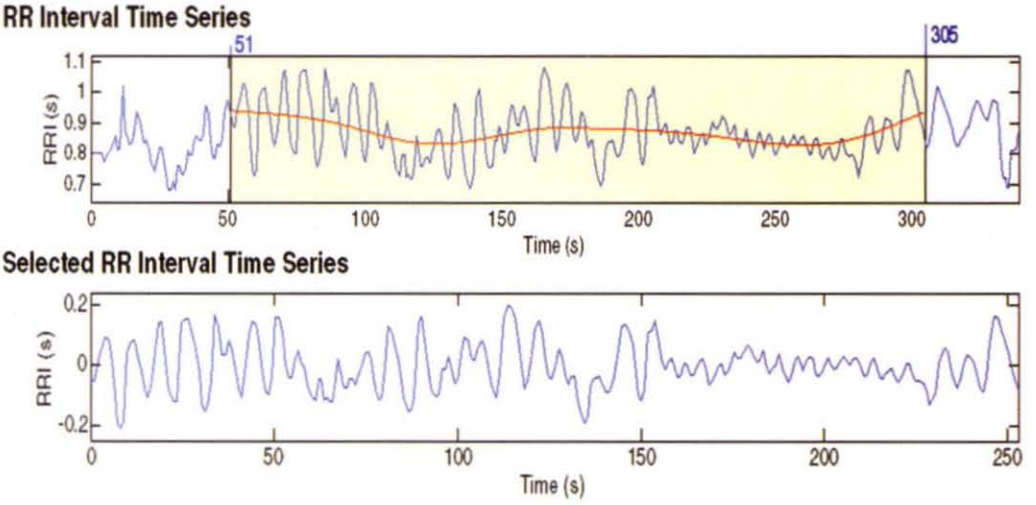


Figure 6 : Les deux diagrammes de la RR

Les différents types d'attracteurs

L'abscisse de chaque point correspond à la valeur d'une variable à un instant donné et l'ordonnée crée la valeur de cette variable après un retard constant; une série de ces points en temps consécutifs dessine une courbe ou trajectoire décrivant l'évolution du système.

Pour identifier le type de système dynamique, chaotique ou périodique, on détermine les trajectoires avec différentes conditions initiales puis on cherche un attracteur, une région de l'espace des phases qui «attire» les trajectoires (c'est-à-dire vers laquelle les trajectoires convergent).

- Le type le plus simple d'attracteur est **le point fixe** : il décrit un système évoluant toujours vers le même état ; dans l'espace des phases près de l'attracteur à point fixe, toutes les trajectoires vont vers ce seul point.

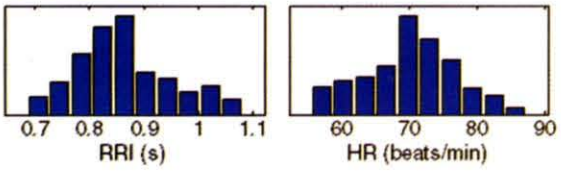
- Une forme plus compliquée d'attracteur est le cycle limite : il correspond à un système évoluant vers un état périodique ; dans l'espace des phases près de **ce cycle limite**, les trajectoires suivent un parcours régulier, circulaire ou elliptique.

- D'autres attracteurs, définis comme «**étranges**», décrivent des systèmes qui ne sont ni statiques ni périodiques; dans l'espace des phases près de ces attracteurs, deux trajectoires présentant des conditions initiales identiques divergent rapidement et deviennent très différentes dans le temps long : un système de ce type est dit chaotique. De nombreuses études ont analysé la représentation de l'espace des phases pour le battement du

Time Domain Results

Variable	Units	Value
Statistical Measures		
Mean RR*	(s)	0.863
STD	(s)	0.078
Mean HR*	(1/min)	70.16
STD	(1/min)	6.48
RMSSD	(ms)	56.2
NN50	(count)	72
pNN50	(%)	24.6
Geometric Measures		
RR triangular index		0.144
TINN	(ms)	345.0

Distributions*



Poincare Plot* SD1 = 40.0 ms ↔ (Short-term HRV)
SD2 = 115.9 ms ↔ (Long-term HRV)

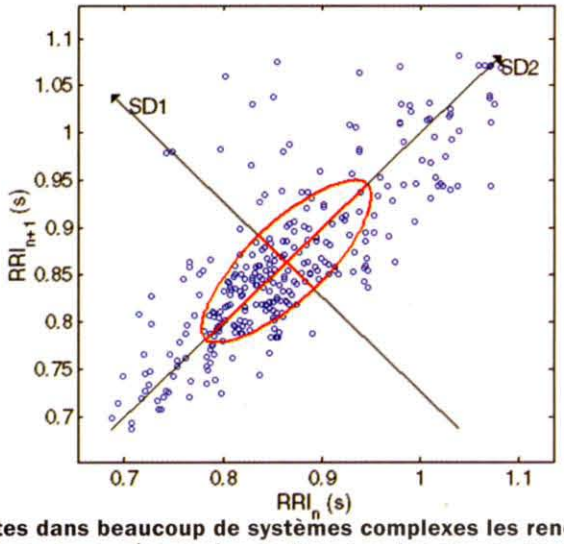
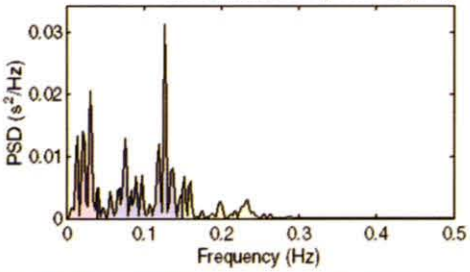


Figure 7 : Le grand nombre de variables indépendantes présentes dans beaucoup de systèmes complexes les rend non identifiables et non mesurables immédiatement ; pour ces systèmes la représentation de l'espace des phases peut être réalisée avec la méthode des «delay maps».

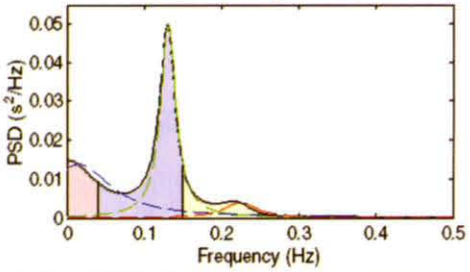
Frequency Domain Results

Non Parametric Spectrum (FFT)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0313	246	28.0	
LF	0.1270	488	55.6	77.2
HF	0.1523	144	16.4	22.8
LF/HF			3.379	

Parametric Spectrum (AR Model)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0156	775	27.5	
LF	0.1309	1810	64.2	86.4
HF	0.2246	236	8.4	11.3
LF/HF			7.659	

Figure 8 : Le formulaire des résultats.

cœur normal et les résultats montrent un comportement plus proche d'un attracteur étrange que d'un attracteur périodique, caractéristique d'un processus réellement régulier. Ces observations concordent avec les enquêtes cliniques, lesquelles ont démontré que la dynamique des battements normaux du cœur peut être chaotique.

Revenons au programme: au terme de l'analyse, un formulaire imprimable (figure 5) et contenant tous les diagrammes et toutes les informations finales est produit. Le rapport inclut également toutes les informations relatives aux paramètres de calcul choisis.

Cet écran contient sept poussoirs dans la barre d'outils, ils permettent respectivement l'exportation, l'impression, le zoom in, le zoom out, le retour à la vision normale, la sélection de la zone à visualiser et, enfin, la fermeture de la fenêtre.

Ce logiciel d'analyse de la HRV fonctionne avec tous les systèmes d'exploitation à 32 bits (Microsoft 98/Me/NT/2000/XP), nécessite un espace libre sur le disque dur d'au moins 30 Mo et peut fonctionner avec tous les PC dotés d'un processeur Pentium.

Pour obtenir une copie de ce logiciel, il est nécessaire de contacter le Professeur Juha-Pekka Niskanen (tjniskan@venda.uku.fi) et on peut obtenir des informations supplémentaires sur le site: www.it.uku.fi/biosignal.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire l'enregistreur cardiaque HRV ET631 (microcontrôleur programmé) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip.

Franco Missoli & Carlo Tauraso ◆

Quoi de Neuf chez Selectronic ...

La révolution numérique AUDIOPHILE est en marche... avec Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

DCX-2496: Ce processeur numérique remarquable combine 2 éléments essentiels:

- *1 DAC exceptionnel*
- *1 processeur numérique 2 x 3 voies permettant de gérer tous les paramètres de vos enceintes....*

La partie audio analogique du DCX ayant étant été négligée par les ingénieurs de BEHRINGER, nous avons développé une série de kits permettant de transformer votre DCX en véritable PROCESSEUR NUMÉRIQUE AUDIOPHILE.

Tous **renseignements** sur : **www.dcx2496.fr**

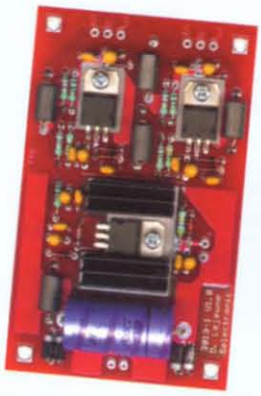
→ Les Kits d'optimisation du DCX2496

Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Qualité Selectronic AUDIOPHILE

Carte d'E/S

Carte alimentation à ultra faible bruit



Commande de volume 6 voies

Module d'ENTRÉE NUMÉRIQUE + horloge ultra low jitter

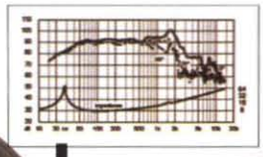
NOUVEAU

Plus d'Infos sur : **www.selectronic.fr/dcx2496.asp**

HAUT-PARLEURS FOSTEX

• Haut-parleurs HI-FI large-bande et pour système multi-voies • Précision et qualité japonaise

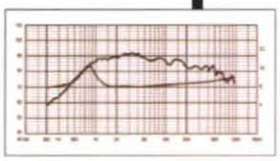
BOOMER FW405



TWEETER T250D

NOUVEAU

NOUVEAU



Toute la gamme en stock

GRANDMOS

Qualité Selectronic AUDIOPHILE

Allez **les écouter** à **PARIS** chez

Premier Audio

Contact : Michel PETIT

Tel.: **01.56.24.10.92**

ProFet UHT

Amplificateur **2 x 50W** / 8 ohms en **classe D**

Qualité Selectronic AUDIOPHILE

NOUVEAU

Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Avec cet ampli, vous n'avez jamais entendu vos CD comme cela auparavant...

L'amplificateur des vrais AUDIOPHILES qui ont du discernement !

Plus d'information sur : www.profet.fr

Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9

Tél. **0 328 550 328** - Fax : 0 328 550 329

www.selectronic.fr

Nouveau

Catalogue Général 2008

Envoi contre 10 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 6,00€ en chèque

ELM0128 Photos non contractuelles

NOS MAGASINS :

PARIS : 11 Place de la Nation 75011 *(Métro Nation)*
Tél. 01.55.25.88.00
Fax : 01.55.25.88.01

LILLE (Ronchin) :
ZAC de l'Orée du Golf
16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN

Conditions générales de vente : Réglement à la commande : frais de port et d'emballage 6,00€, **FRANCO** à partir de 130,00€. Contre-remboursement : +10,00€. **Livraison par transporteur** : supplément de port de 15,00€. **Tous nos prix sont TTC.**

Une interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S

Cet appareil dispose de quatre entrées opto-couplées et autant de sorties à relais que l'on peut gérer au moyen d'un téléphone mobile Bluetooth acceptant les applications Java. Il est utilisable comme contrôle à distance manuel ou comme commande automatique pour activer un dispositif quand un téléphone connu entre dans la zone de couverture Bluetooth.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Alimentation : 12 à 15 Vdc, ~400 mA ;
- Entrées : 4, opto-couplées, 5 à 30 Vdc ;
- Sorties : 4 relais à 1 contact NO/NC 230 Vac, 300 Vdc, 1 A max ;
- Bluetooth : BISM2 Ezurio, Classe 1, V1.2 ;
- Microcontrôleur : PIC16F876A ;
- Programmation : LED et poussoirs ;
- Gestion : par téléphone mobile, PC, PDA.

Que de temps passé depuis notre premier article informatif sur le "protocole" (comme on disait alors) Bluetooth et combien de montages ensuite ! Nous sommes heureux d'avoir été des pionniers en la matière, du moins dans le domaine de l'électronique de loisir (mais vous savez à quel point elle interfère avec l'électronique professionnelle, puisque bien souvent nos lecteurs sont des professionnels).

Ce système de communication (comme on préfère dire maintenant) a révolutionné la manière de dialoguer (ou plutôt ils se sont mis à dialoguer, ils ne le faisaient guère avant) d'appareils comme les téléphones mobiles, les ordinateurs portables ou de bureau, les lecteurs de code barre, les routeurs, les imprimantes, les caméras vidéo et tant d'autres encore. Bluetooth est désormais associé à la plupart des téléphones mobiles, des PC et des PDA, ce qui permet des réalisations intéressantes pouvant avoir des applications domestiques ou industrielles. Bref, qui aurait cru qu'avec un petit téléphone mobile on pourrait réaliser un système aussi puissant et aussi universel d'emploi ?

Notre réalisation

À nouveau Bluetooth et Java

Après le succès que vous avez fait à nos montages à base du module Ezurio, nous vous proposons dans cet article une nouvelle application Bluetooth : il s'agit d'une platine que l'on peut commander par PC ou téléphone mobile fonctionnant sous environnement Java (avec le programme de gestion correspondant). La platine interface est dotée de quatre relais et de quatre entrées opto-couplées à niveau de tension.

Trois modes de fonctionnement

L'unité comporte trois modes de fonctionnement : manuel, automatique et semi automatique (voir figure 5). Dans le premier, le téléphone mobile sert d'interface pour l'usager : il permet d'activer les relais un par un en mode impulsionnel ou en mode bistable et également d'acquérir la condition des entrées.

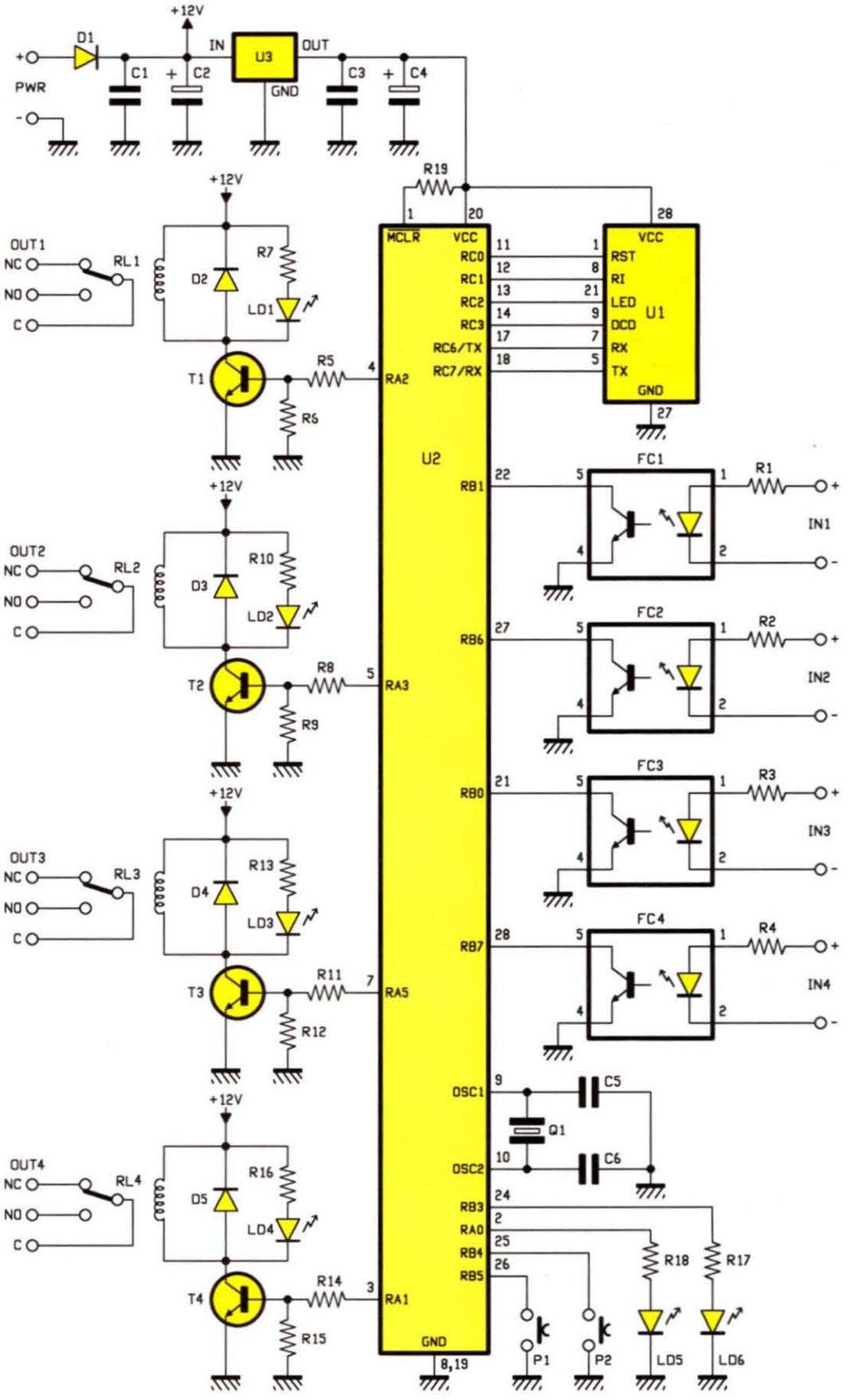


Figure 1 : Schéma électrique de l'interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S.

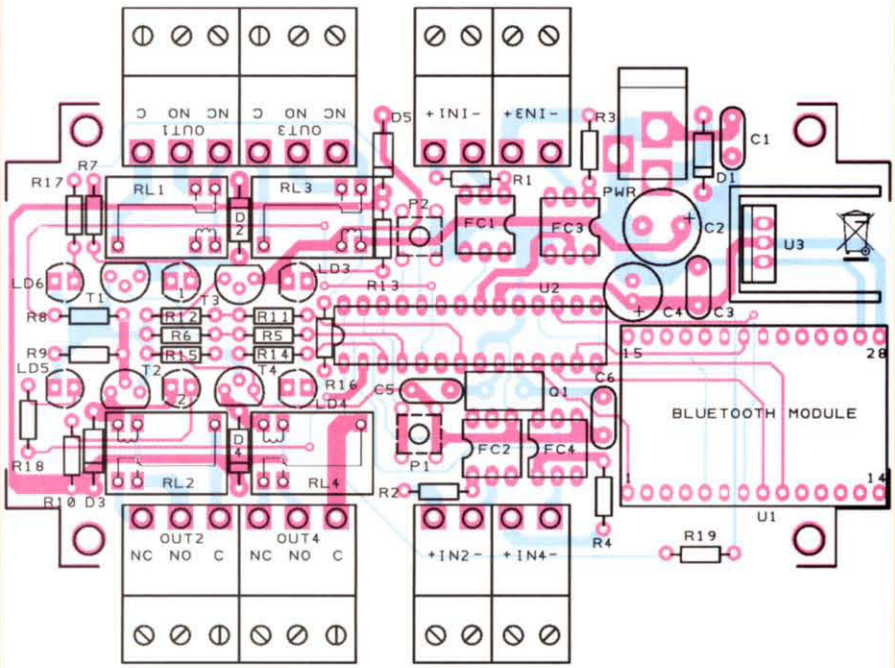


Figure 2a : Schéma d'implantation des composants de l'interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S.

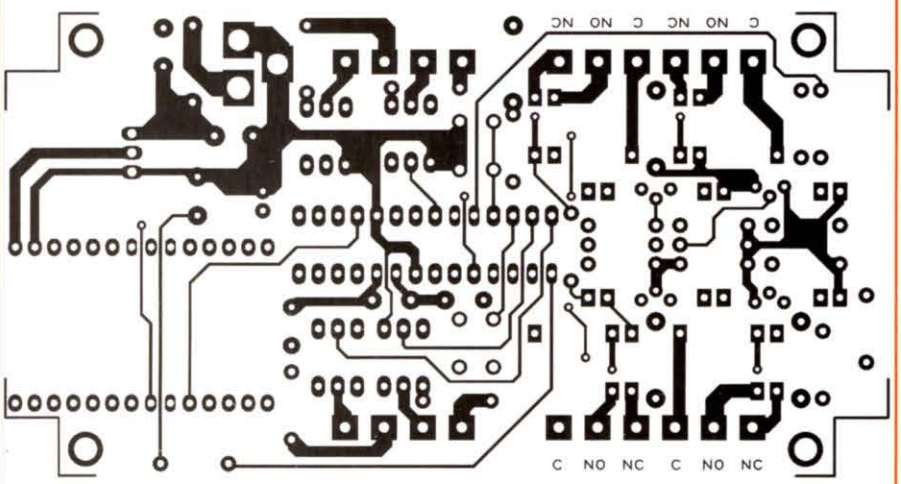


Figure 2b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S ET667, côté soudures.

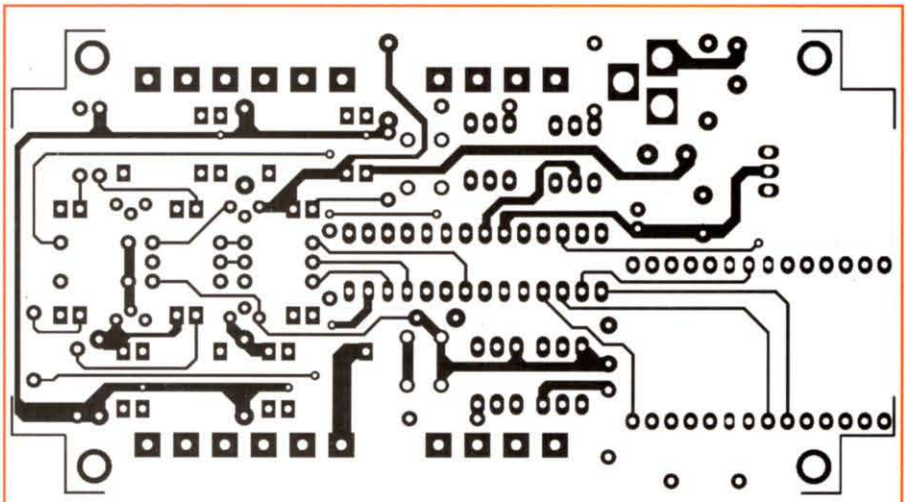


Figure 2b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S ET667, côté composants.

Liste des composants ET667

R1 ..... 1 k
R2 ..... 1 k
R3 ..... 1 k
R4 ..... 1 k
R5 ..... 4,7 k
R6 ..... 10 k
R7 ..... 1 k
R8 ..... 4,7 k
R9 ..... 10 k
R10 ..... 1 k
R11 ..... 4,7 k
R12 ..... 10 k
R13 ..... 1 k
R14 ..... 4,7 k
R15 ..... 10 k
R16 ..... 1 k
R17 470
R18 470
R19 ..... 1 k
C1 ..... 100 nF multicouche
C2 ..... 470 µF 25 V électrolytique
C3 ..... 100 nF multicouche
C4 ..... 470 µF 16 V électrolytique
C5 ..... 10 pF céramique
C6 ..... 10 pF céramique
U1 ..... module ET622M (cf ELM n° 89)
U2 ..... PIC16F876A-EF667 déjà programmé en usine
U3 ..... LD1086-3.6
D1 ..... 1N4007
D2 ..... 1N4007
D3 ..... 1N4007
D4 ..... 1N4007
D5 ..... 1N4007
Q1 ..... quartz 20 MHz
LD1 ..... LED 5 mm rouge
LD2 ..... LED 5 mm rouge
LD3 ..... LED 5 mm rouge
LD4 ..... LED 5 mm rouge
LD5 ..... LED 5 mm jaune
LD6 ..... LED 5 mm verte
T1 ..... BC547
T2 ..... BC547
T3 ..... BC547
T4 ..... BC547
RL1 ..... relais 12 V 1 contact
RL2 ..... relais 12 V 1 contact
RL3 ..... relais 12 V 1 contact
RL4 ..... relais 12 V 1 contact
P1 ..... micropoussoir
P2 ..... micropoussoir
FC1 ..... 4N25
FC2 ..... 4N25
FC3 ..... 4N25
FC4 ..... 4N25

Divers :

1 prise d'alimentation
4 borniers enfichables 2 pôles 90°
4 borniers enfichables 3 pôles 90°
4 supports 2 x 3 broches
1 support 2 x 14 broches
2 barrettes femelles 14 pôles pour U1
1 boulon 10 mm 3 MA
1 dissipateur ML26

Sauf spécification contraire, toutes les résistances sont des 1/4 W à 5 %.

Dans la seconde, quand l'unité intercepte, dans l'aire de couverture Bluetooth, un téléphone mobile dûment habilité au préalable, RL1 est activé et le reste jusqu'à ce que l'appareil sorte du champ radio Bluetooth : c'est un peu comme un RFID, quand on s'approche avec en poche un dispositif de reconnaissance – ici c'est le téléphone mobile Bluetooth – on provoque l'activation d'un utilisateur ou on consent à ce que d'autres appareils exécutent des opérations déterminées.

Le dernier mode (semi automatique) diffère du précédent en ce que la proximité du téléphone mobile (ou autre dispositif) Bluetooth n'active pas directement un relais déterminé mais donne son accord pour la commande directe de RL1, RL2, RL3, RL4 au moyen d'un niveau de tension appliqué aux entrées : la présence de la tension sur une entrée détermine l'activation du relais de la sortie correspondante (si la tension est sur l'entrée 1, c'est RL1 que est activé, pour l'entrée 2 ce sera RL2 et ainsi de suite).

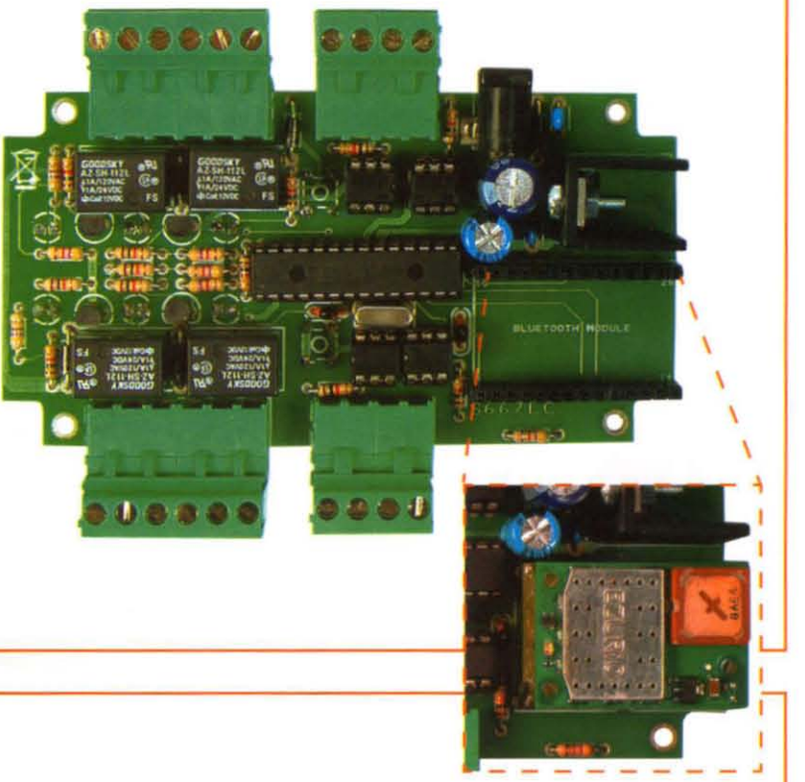
En fait, en semi automatique, quand on s'approche avec en poche un dispositif de reconnaissance (ici un téléphone mobile Bluetooth), il est possible d'obtenir l'accès à différentes fonctions, sans cela inactives ; si on relie les entrées de commande à des poussoirs ou autres dispositifs (par exemple un lecteur d'empreintes digitales), on réalise un système intégré à haute sécurité, utilisable pour gérer des tourniquets, portes et portails, etc., donnant accès à des locaux et des lieux contrôlés ; on peut de la même manière également activer/désactiver des systèmes d'alarme ou commander des machines et encore ce ne sont là que quelques exemples.

L'aire de couverture Bluetooth

La couverture du système dépend essentiellement de la classe du dispositif Bluetooth utilisé pour interagir avec notre système : le module que nous utilisons est de classe 1 et par conséquent il peut couvrir jusqu'à 200 mètres, toutefois si le téléphone mobile ou autre appareil utilisé pour la commande est de classe 2, il n'est pas possible (même sans obstacle, en espace libre) de dépasser 10 mètres.

Mais entrons dans le vif du sujet en analysant le circuit électronique qui est à la base du système ; nous verrons ensuite les procédures inhérentes aux deux modes et à l'apprentissage des téléphones mobiles habilités à la commande (mode semi automatique). Si vous voulez un aperçu du fonctionnement pour commencer, voyez l'organigramme du logiciel, figure 4.

Figure 3a : Photo d'un des prototypes de la platine de l'interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S, face composants.



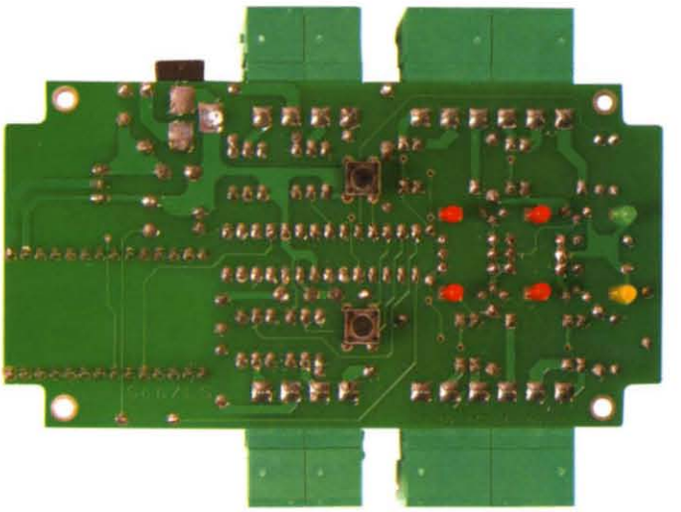


Figure 3b : Photo d'un des prototypes de la platine de l'interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S, face soudures où sont cependant montés les LED et les micropoussoirs.

Le schéma électrique

Jetons maintenant un coup d'œil au schéma électrique de la figure 1 : cela ressemble fort au couplage entre un microcontrôleur dûment programmé et un module Bluetooth intégré, d'où l'impression de grande simplicité que l'on éprouve.

Le micro

Le micro est un PIC16F876A dont le programme résident gère le dialogue avec le module U1, lit cycliquement la condition logique des opto-coupleurs correspondant aux entrées à niveau de tension et, quand il le faut, met au niveau logique haut les E/S à relais. Plus en détail, après le "Power On

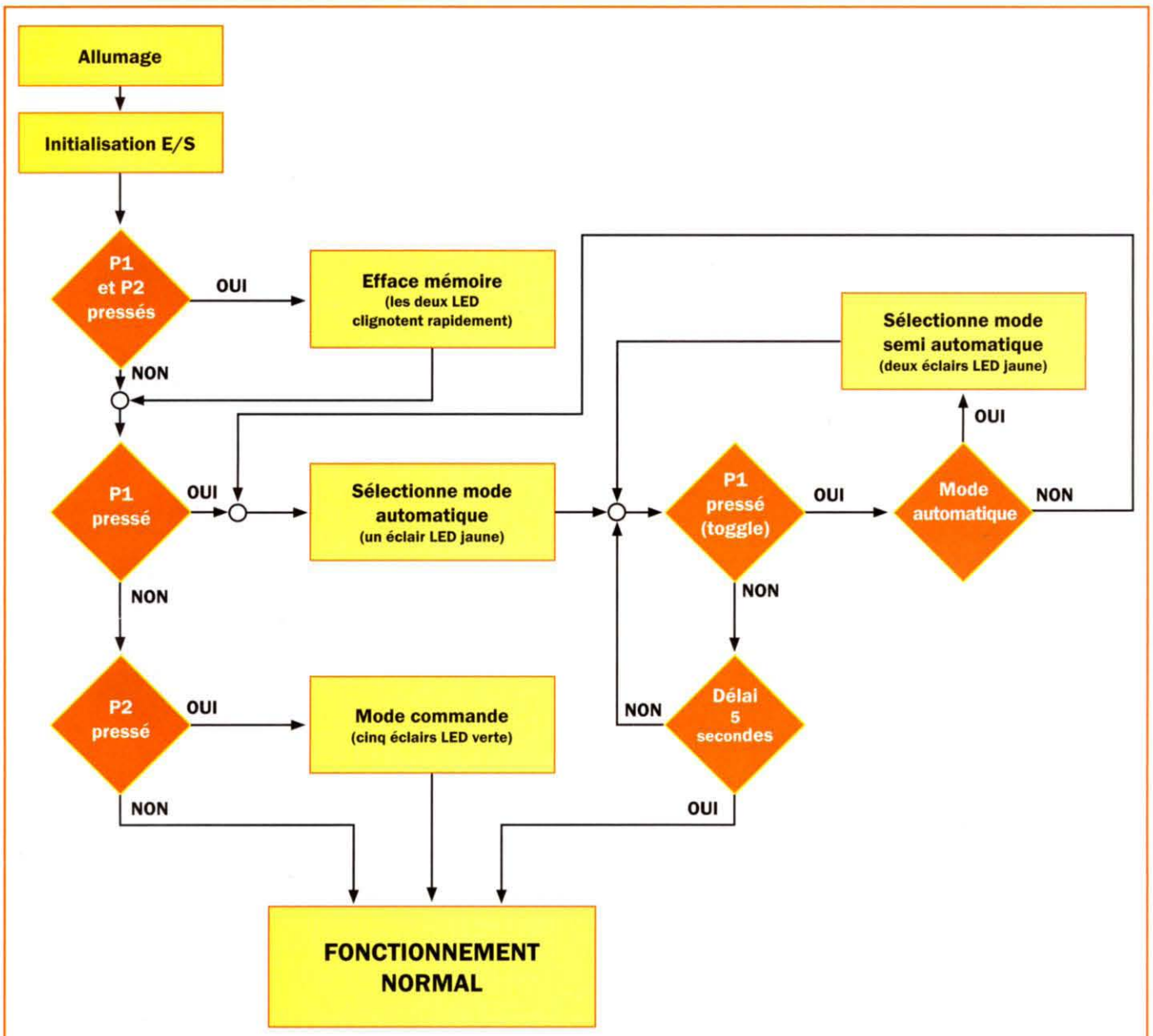


Figure 4 : Voici l'organigramme qui pourra vous aider à comprendre comment le logiciel est lancé.

Reset" (démarrage avec réinitialisation), le PIC initialise ses lignes en choisissant RA1, RA2, RA3 et RA5 comme sorties pour la commande des relais au moyen de transistors NPN ; RB0, RB1, RB6 et RB7 comme entrées (résistances de tirage internes) pour la lecture des niveaux de sortie des opto-coupleurs ; RA0 et RB3 comme sorties utilisées pour allumer les LED de signalisation ; enfin RB4 et RB5 comme entrées à résistances de tirage internes pour la lecture des poussoirs. Le programme résident prévoit également l'utilisation de l'UART interne pour dialoguer avec le port série du module Bluetooth, ainsi que le paramétrage de RC0 comme sortie pour la gestion du "reset" du module, RC1 comme entrée pour la lecture du RI (indicateur d'appel entrant de la part d'un autre appareil Bluetooth), RC2 comme entrée pour lire la sortie LED de U1 et, enfin, RC3 à nouveau comme entrée (lit le DCD du port série du module U1).

Rappelons que ce module U1 ET622M (DIL 2 x 14 broches) a été décrit dans l'article (consacré à une "demoboard" Bluetooth) ET628 dans les numéros 89 et 90 d'ELM : voir figure 6 sa description ; il accueille le module Bluetooth Ezurio BISM2, désormais bien connu de nos lecteurs.

Les entrées opto-couplées sont commandées par des tensions entre 5 V et 30 V : dans cette gamme de tensions, la LED interne du photocoupleur conduit et le phototransistor aussi, alors la broche 5 est à un potentiel que le microcontrôleur peut interpréter comme zéro logique ; l'absence de tension ou la présence d'une différence de potentiel inférieure à 5 V détermine sur la ligne correspondante du PIC l'état logique haut, correspondant à la condition d'entrée au repos.

L'alimentation

Le circuit tout entier est alimenté par une tension continue de 12 à 15 V à appliquer aux points + et – PWR ; en aval de la diode D1 de protection contre les inversions de polarité on prélève l'alimentation pour les circuits des bobines des relais (chacune a en parallèle une LED signalant que le relais est activé) et la tension d'entrée du régulateur U3 (7805) qui fournit le 5 V stabilisé au module Bluetooth et au micro.

Figure 5 : Les divers modes de fonctionnement.

Cet article décrit une interface Bluetooth utilisable, en fonction du choix fait par l'usager parmi les trois modes suivants :

- Manuel (commande) : l'unité exécute les commandes envoyées par un appareil Bluetooth habilité, puis elle active/désactive les relais en mode impulsionnel ou bistable, c'est-à-dire lit les conditions logiques des entrées opto-isolées dont elle est dotée.
- Automatique : si l'un des appareils Bluetooth mémorisés entre dans l'aire de couverture, le contrôle active le relais RL1, qui reste activé tant que l'appareil ne sort pas de ladite aire de couverture.
- Semi automatique : les entrées déterminent la condition des relais, mais seulement quand un appareil Bluetooth entre dans l'aire de couverture ; la présence de tension sur une entrée force le déclenchement du relais correspondant, RL1 pour IN1, RL2 pour IN2, RL3 pour IN3 et RL4 pour IN4.

Note : les dispositifs Bluetooth (15 au maximum), qu'ils soient des téléphones mobiles, des PC portables ou des Palms dans lesquels tourne le logiciel adéquat, doivent d'abord être couplés au système au moyen d'une procédure précise.

Le programme résident

Après initialisation des E/S, le micro lance avant tout le sous programme de gestion du mode de fonctionnement, c'est-à-dire donne à l'usager la possibilité d'intervenir sur les poussoirs pour lui dire quel mode de fonctionnement il choisit. Comme ce programme est très complexe, nous donnons figure 4 un diagramme de flux qui pourra vous aider à comprendre comment le logiciel est lancé.

Après initialisation, donc, si on presse en même temps (facultatif) P1 et P2 on efface la mémoire. Ensuite, P1 est contrôlé : s'il est pressé, le programme résident dévie vers une section où l'un des deux modes – automatique ou semi automatique – est sélectionné. A la fin de cette procédure, le programme résident sort de la programmation et commence le cycle de fonctionnement normal. En revanche, si P1 est relâché, il continue par le contrôle de P2, qui sert à activer le mode commande ; après il retourne en boucle au fonctionnement normal.

Quel que soit le mode choisi, après la phase de configuration, le programme principal commence à tourner et teste cycliquement la ligne RC1 pour vérifier si un dispositif Bluetooth commence une session de communication avec le module U1 ; dès que le démarrage d'une communication a été détecté, le micro exécute le sous programme de gestion correspondant et dialogue avec le dispositif Bluetooth. S'il est reconnu par le système, la partie du programme concernant le mode de fonctionnement sélectionné est exécutée ; dans le cas contraire, le micro suspend la communication.

La reconnaissance n'est possible que si le dispositif a été au préalable habilité au moyen de la procédure, laquelle est lancée au cours de l'utilisation normale, soit lorsque le circuit est déjà alimenté, par pression sur P2 jusqu'à ce que la LED verte ait clignoté cinq fois ; cette opération lance le sous programme de recherche et de mémorisation des dispositifs Bluetooth présents dans le champ de couverture radio du système.

Ce qui veut dire que si un appareil répond à l'interrogation, le micro en mémorise l'identifiant dans son EEPROM et donc dans la liste des dispositifs habilités.

Durant la phase d'apprentissage, il est indispensable qu'il n'y ait dans ce champ de couverture radio Bluetooth qu'un seul appareil à la fois, sinon le circuit ne peut faire aboutir la procédure, ce qui serait mis en évidence par trois clignotements alternatifs des LED jaune (LD5) et verte (LD6), à titre de signal d'erreur. Si durant la recherche aucun dispositif n'est trouvé, le micro fait clignoter trois fois seulement la LED jaune LD5.

Si aucun signal d'erreur n'est visualisé au lancement de la recherche, c'est que la détection a abouti ; on peut sortir en pressant alors P2 jusqu'à ce que LD5 (jaune) clignote cinq fois. Notez qu'au moyen de la procédure qu'on vient de décrire, notre circuit peut être couplé à un maximum de 15 dispositifs Bluetooth.

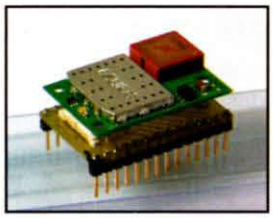
A tout moment il est possible d'effacer la liste des dispositifs habilités : il suffit pour cela de couper l'alimentation du circuit, d'attendre une dizaine de secondes et de la rebrancher tout en maintenant pressés les deux poussoirs P1 et P2 jusqu'à ce que les LED LD5 (jaune) et LD6 (verte) se mettent à clignoter ensemble rapidement ; quand le clignotement se termine, le système entre en boucle de fonctionnement normal.

Les modes de fonctionnement

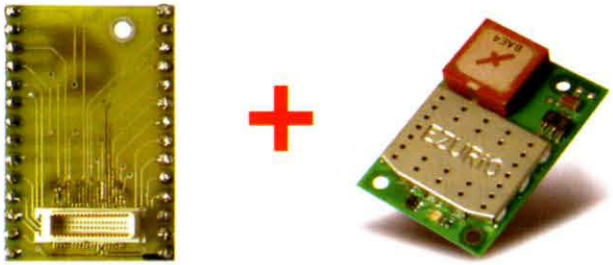
On peut maintenant passer à l'explication des modes de fonctionnement et des procédures d'activation. Commençons par le mode manuel (commande) ; pour le choisir, il faut alimenter le circuit tout en maintenant pressé P2 et attendre que les cinq éclairs de la LD6 verte aient eu lieu. L'unité est alors prête à recevoir les commandes à partir d'un téléphone mobile ou d'un autre dispositif Bluetooth pourvu qu'il soit habilité (mémorisé). Les instructions peuvent être passées au moyen d'un logiciel installable sur le téléphone mobile en environnement Java : les commandes sont envoyées à travers une sorte de panneau de contrôle permettant de gérer les quatre relais, un par un, en les activant en bistable (chaque commande provoque l'inversion de la condition du relais correspondant) ou en impulsionnel (le relais n'est activé que pendant un délai paramétré) ; ce même panneau permet encore d'interroger le système afin de connaître la condition des entrées photo isolées IN1 à IN4. Le mode manuel est un contrôle à distance rapide à utiliser, toujours à portée de main et économique car la communication Bluetooth ne coûte rien.

Pour gérer le contrôle à distance avec un téléphone mobile, il faut installer une application Java que nous avons développée ou n'importe quelle autre que vous pouvez créer vous-même en recourant à des systèmes de développement Java comme le paquet Netbeans Mobility Pack (téléchargeable gratuitement sur le site http://www.netbeans.org), adapté non seulement aux téléphones mobiles mais aussi aux PC, Palms et aux Smartphones. Notre programme, téléchargeable sur le site de la revue ELM (celle que vous êtes en train de lire), est celui

Figure 6 : Le module Bluetooth.



Pour simplifier le montage, nous avons adopté un module Bluetooth (le ET622M, le matériel est disponible auprès de nos annonceurs, cf N° 89 d'ELM) : ce module est essentiellement constitué du BISM2 Ezurio monté sur un tout petit circuit imprimé à deux rangées (DIL) de 14 contacts latéraux au pas de 2,54 mm (cela permet une insertion facile du BISM2 dans n'importe quel montage) ; le petit circuit imprimé est doté de condensateurs de filtrage placés comme le constructeur le préconise, afin de protéger le module de perturbations éventuelles provenant de l'alimentation du système dans lequel le module est inséré. Le BISM2 comporte 40 broches, mais monté sur notre module il n'y en a plus que 2 x 14 = 28 de disponibles, ce sont celles utilisées dans les applications les plus courantes, comme celles qui ont donné lieu à des articles d'ELM dans un passé récent.



Les points 32 et 34, correspondant au port USB, se terminent sur la platine par des résistances de tirage CMS, mais ils sont de toute façon disponibles pour les applications qui le nécessitent. Le port série, au niveau TTL, est disponible sur des broches et il est utilisé, dans le circuit décrit par cet article, pour la communication avec le microcontrôleur.

Le module BISM2 est un dispositif Bluetooth de classe 1, capable par conséquent de garantir des communications à une distance pouvant atteindre 200 m ; en émission sa puissance maximale est de +6 dBm et en réception sa sensibilité est de –84 dB. Il travaille dans une gamme de fréquences comprise entre 2 400 et 2 485 MHz et garantit un "data-rate" (taux de transfert) de 300 kbps, ce qui est plus que suffisant pour l'échange de données numériques et pour le transport de signaux analogiques (après numérisation adéquate) comme la voix.

décrit dans l'article Un contrôle Bluetooth par GSM paru dans le numéro 95 d'ELM ; pour l'installer, il faut avant tout le charger sur un ordinateur puis installer sur ce dernier (si ce n'est fait déjà) le paquet d'application pour PC fourni par le constructeur du téléphone mobile utilisé ; quand tout cela est fait, il ne vous reste qu'à charger le logiciel dans le téléphone mobile, via Bluetooth (dont votre PC doit être doté) ou au moyen d'autres interfaces prévues pour cela. Pour les essais, nous avons utilisé un mobile Nokia 6680 (celui des photos de cet article et de l'article du numéro 95).

Venons-en maintenant au mode automatique : on l'active (toujours circuit éteint) en alimentant le circuit alors que P1 est pressé et en ne le relâchant que lorsque LD5 jaune a cessé de clignoter ; quand on le relâche, l'unité confirme le mode automatique par un seul éclair de la LED. A partir de ce moment, chaque fois qu'un dispositif Bluetooth "connu" ou "reconnu", bref mémorisé, entre dans le champ de couverture, RL1 s'active et le reste tant que le dispositif Bluetooth reste dans ce champ.

Le mode automatique est une sorte de RFID, utilisable pour activer automatiquement des services de divers genres lorsqu'une personne s'approche : par exemple, il permet d'allumer des lumières, le chauffage ou la clim, une installation de sono et bien d'autres choses encore, quand on entre dans un bâtiment, sans avoir à toucher aucune commande.

De même, il est possible de désactiver une installation d'alarme quand la personne arrive et de la réactiver lorsqu'elle s'en va ; dans ce cas, il faut utiliser le RL1 entre C et NC et faire passer par là le signal alimentant la centrale d'alarme, de manière à la mettre en fonctionnement seulement quand RL1 est au repos ou y retourne.

Quant au mode semi automatique, il se sert de la présence d'un dispositif Bluetooth habilité pour obtenir l'accord à l'exécution de commandes locales, c'est-à-dire l'activation des relais subordonnée à la présence de tensions sur les entrées opto-couplées ; on le sélectionne, en partant du mode automatique, en pressant P1 jusqu'à ce que LD5 jaune clignote deux fois.

Il est possible à tout moment de revenir au mode automatique en pressant à nouveau P1 jusqu'à ce que la LD5 jaune clignote une seule fois. En d'autres termes, on passe du mode automatique au mode semi automatique en pressant P1.

Pour tous les modes, le paramétrage effectué reste mémorisé même si le circuit est privé d'alimentation : à l'allumage suivant, par conséquent, si on ne touche aucun poussoir, le système redémarre avec les paramètres qu'on avait en éteignant l'appareil.

La réalisation pratique

La grande platine ET667

La platine de cette interface Bluetooth ET667 est constituée d'un grand circuit imprimé double face à trous métallisés sur lequel on monte ensuite la petite platine ET622M (voir les numéros 89-90 et 95 d'ELM).

Réalisez ce circuit imprimé à l'aide de la figure 2b-1 et 2. Les composants sont tous traversants (le débutant pourra donc se lancer dans ce montage). Sur la face composants (voir figures 2a et 3a), montez les cinq supports de circuits intégrés (dont le PIC U2 aux 2 x 14 broches) et les deux barrettes servant de support au module U1 ET622M, puis vérifiez bien ces nombreuses soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée). N'insérez pas les circuits intégrés (PIC et photocoupleurs) ni le module U1 maintenant.

Montez tous les composants : les résistances, les diodes, les condensateurs, les transistors, le quartz (debout), le régulateur U3 (debout fixé à son dissipateur ML26 par le petit boulon 3MA) et enfin les quatre relais.

Figure 7 : La fusion entre Bluetooth et Velbus (voir notre cours de Domotique).

En écrivant l'article, nous n'avons pas pu nous ôter de l'esprit que ce contrôle Bluetooth est très puissant et d'un emploi universel, même utilisé seul ; mais couplé à d'autres systèmes, éventuellement plus complexes qu'une ouverture de portail ou un interrupteur intelligent, il pourrait satisfaire à des attentes bien plus sophistiquées.

Comme exemple de fonctionnement en mode automatique, on peut activer/désactiver un relais quand un téléphone mobile connu entre/sort dans/de la zone de couverture ; cette fonction est bien sûr intéressante mais, si on l'utilise seule elle est assez limitée. Et c'est ainsi que nous est venue l'idée de coupler notre contrôle **Bluetooth** au système **Velbus** (nous publions dans ce même numéro d'ELM la quatrième Leçon du cours dédié à la **Domotique**). L'expérimentation a été fort simple : nous avons relié le contact du relais RL1 (c'est celui que l'on peut gérer avec le mode automatique) à l'entrée que nous utilisons dans l'application Velbus pour forcer l'extinction totale de l'éclairage et la descente de tous les stores de l'appartement (c'est dans la deuxième Leçon du cours, dans le numéro 99 d'ELM).

Eh bien, voici le résultat obtenu : lorsqu'on éloigne le téléphone mobile de l'aire de portée Bluetooth (ce qui simule une sortie de la maison en ayant oublié d'éteindre les lumières et de fermer les stores), nous avons réussi à forcer cette extinction et cette fermeture générales ! Nous avons également relié un autre relais à une entrée de contrôle avec laquelle, au moyen du téléphone mobile, nous avons pu activer plusieurs charges de fonctions distinctes, simplement en reprogrammant le système Velbus. Encore une fois, nous avons là un exemple du fait que la domotique est un domaine plein d'avenir : avis aux amateurs et peut-être professionnels que vous êtes !

Retournez la platine côté soudures (d'ailleurs vous y êtes) et soudez les six LED et les deux micropoussoirs P1-P2. Revenez côté composants et terminez par les périphériques : les quatre borniers enfichables et la prise jack d'alimentation.

Attention aux éléments polarisés : les diodes, les LED, les électrolytiques, le régulateur et enfin les circuits intégrés (PIC, photocoupleurs et module).

La petite platine, le module U1 ET662M

Pour monter ce module DIP à 28 broches au pas de 2,54 mm (petit circuit imprimé comportant le module Ezurio BISM2 proprement dit) vous pouvez vous reporter à l'article ET628 du numéro 89 d'ELM page 32.

C'est très facile, tout le matériel est disponible auprès de certains de nos annonceurs, lesquels se feront un devoir et un plaisir de vous guider au besoin. Ce module U1 est celui que vous voyez dans le médaillon de la figure 3 (entre 3a et 3b).

Il ne comporte que quelques composants dont l'essentiel est le module hybride Ezurio dont il reporte les broches après avoir sélectionné les plus utiles. Quand il est réalisé, vous pouvez reprendre la grande platine ET667.

Après de multiples vérifications, vous insèrerez le PIC et les photocoupleurs dans leurs supports avec beaucoup de soin et repère-détrompeurs dans le bon sens.

Puis vous insèrerez le module U1 ET662M, que vous venez de réaliser, sur ses deux rangées de barrettes femelles à 14 broches chacune (pour le sens voir le médaillon figure 3).

Contrôlez que tout est bien en ordre et dans le bon sens (plutôt deux fois qu'une) et alimentez le circuit avec une alimentation fournissant une tension continue de 12 à 15 V pour un courant de 400 mA.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cette interface Bluetooth à 4 canaux d'E/S ET667 (ainsi que le module ET662M) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip.

Corrado Rossi ◆

LABORATOIRE &

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

FRÉQUENCEMÈTRE PROGRAMMABLE

Ce fréquencemètre programmable est en mesure de soustraire ou d'additionner une valeur quelconque de MF à la valeur lue. F.max: 50 MHz sur 6 digits. Alim: 12 Vdc.

EN1461..... Kit complet avec boîtier ..... 128,00 €
EN1461KM Kit complet version montée.. 179,00 €

FRÉQUENCEMÈTRE ANALOGIQUE

Ce fréquencemètre permet de mesurer des fréquences allant jusqu'à 100 kHz. La sortie est à connecter sur un multimètre afin de visualiser la valeur. Alimentation: 12 Vdc.

EN1414..... Kit complet avec boîtier ..... 34,00 €
EN1414KM Kit complet version montée.... 49,00 €

FRÉQUENCEMÈTRE À 9 CHIFFRES LCD 55 MHZ

Ce fréquencemètre numérique utilise un afficheur LCD "intelligent" à 16 caractères et il peut lire une fréquence jusqu'à 55 MHz : il la visualise sur les 9 chiffres de l'afficheur, mais il peut aussi soustraire ou ajouter la valeur de la MF d'un récepteur à l'aide de trois poussoirs seulement.

EN1525..... Kit complet avec boîtier ..... 69,50 €
EN1526..... Kit alimentation du EN1525... 20,00 €
EN1525KM Version montée avec alim .... 134,00 €

FRÉQUENCEMÈTRE NUMÉRIQUE 10 HZ À 2 GHZ

Sensibilité (Veff.): 2,5 mV de 10 Hz à 1,5 MHz. 3,5 mV de 1,6 MHz à 7 MHz. 10 mV de 8 MHz à 60 MHz. 5 mV de 70 MHz à 800 MHz. 8 mV de 800 MHz à 2 GHz. Base de temps sélectionnable: 0,1 - 1 - 10 sec. Lecture sur 8 digits. Alimentation 220 VAC.

EN1374..... Kit complet avec boîtier ..... 206,00 €
EN1374KM Kit complet version montée.. 273,00 €

PRÉAMPLI D'INSTRUMENTATION 400 KHZ À 2 GHZ

Impédance d'entrée et de sortie: 52 Ω.
Gain: 20 dB env. à 100 MHz,
18 dB env. à 150 MHz,
16 dB env. à 500 MHz,
15 dB env. à 1000 MHz,
10 dB env. à 2000 MHz. Figure de bruit: < à 3 dB. Alimentation: 9 Vcc (pile non fournie).

EN1169..... Kit complet avec boîtier ..... 20,00 €
EN1169KM Kit complet version montée.... 30,00 €

VFO PROGRAMMABLE DE 20 MHZ À 1,2 GHZ

Ce VFO est un véritable petit émetteur avec une puissance HF de 10 mW sous 50 Ω. Il possède une entrée modulation et permet de couvrir la gamme de 20 à 1 200 MHz avec 8 modules distincts (EN1235/1 à EN1235/8). Basé sur un PLL, des roues codeuses permettent de choisir la fréquence désirée. Puissance de sortie: 10 mW. Entrée: modulation. Alim.: 220 VAC. Gamme de fréquence: 20 à 1 200 MHz en 8 modules.

EN1234..... Kit complet avec boîtier
..... et 1 module au choix ..... 172,20 €
EN1234KM Kit monté avec boîtier
..... et 1 module au choix ..... 241,00 €

MODULES CMS

Modules CMS pour le EN1234/K, livrés montés.

EN1235-1.. Module 20 à 40 MHz ..... 19,70 €
EN1235-2.. Module 40 à 85 MHz ..... 19,70 €
EN1235-3.. Module 70 à 150 MHz ..... 19,70 €
EN1235-4.. Module 140 à 250 MHz ..... 19,70 €
EN1235-5.. Module 245 à 405 MHz ..... 19,70 €
EN1235-6.. Module 390 à 610 MHz ..... 19,70 €
EN1235-7.. Module 590 à 830 MHz ..... 19,70 €
EN1235-8.. Module 800 MHz à 1,2 GHz.... 19,70 €

GÉNÉRATEUR SINUS 1KHZ

Il est possible, à partir de quelques composants, de réaliser un oscillateur BF simple mais capable de produire un signal à fréquence fixe à très faible distorsion. Qui plus est, même si le montage que nous vous proposons produit, à l'origine, un signal à 1 000 Hz, il vous sera toujours possible de faire varier cette fréquence par simple substitution de 3 condensateurs et 2 résistances. Alimentation: 9 à 12 Vdc.

EN1484..... Kit complet avec boîtier ..... 26,00 €
EN1484KM Kit complet version montée.... 36,00 €

DEUX GÉNÉRATEURS DE SIGNAUX BF

Comme nul ne peut exercer un métier avec succès sans disposer d'une instrumentation adéquate, nous vous proposons de compléter votre laboratoire en construisant deux appareils essentiels au montage et à la maintenance des dispositifs électroniques. Il s'agit de deux générateurs BF, le EN5031 produit des signaux triangulaires et le EN5032, des signaux sinusoïdaux. Alimentation: 9 à 12 Vdc.

EN5031..... Kit générateur de signaux triangulaires
..... avec coffret..... 32,00 €
EN5031KM Kit complet version montée.... 52,00 €
EN5032..... Kit générateur de signaux sinusoïdaux
..... avec coffret..... 45,00 €
EN5032KM Kit complet version montée.... 65,00 €
EN5004..... Kit alimentation de laboratoire
..... avec coffret..... 71,00 €
EN5004KM Kit complet version montée.. 101,00 €

GÉNÉRATEUR BF 10 HZ - 50 KHZ

D'un coût réduit, ce générateur BF pourra rendre bien des services à tous les amateurs qui mettent au point des amplificateurs, des préamplificateurs BF ou tous autres appareils nécessitant un signal BF. Sa plage de fréquence va de 10 Hz jusqu'à 50 kHz (en 4 gammes). Les signaux disponibles sont: sinus - triangle - carré. La tension de sortie est variable entre 0 et 3,5 Vpp.

EN1337..... Kit complet avec boîtier ..... 75,50 €
EN1337KM Kit complet version montée.. 100,00 €

TESTEUR DE TRANSISTOR

Ce montage didactique permet de réaliser un simple testeur de transistor. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

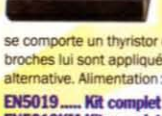
EN5014..... Kit complet avec boîtier ..... 50,30 €
EN5014KM Kit complet version montée.... 75,00 €

TABLE DE VÉRITÉ ÉLECTRONIQUE

Cette table de vérité électronique est un testeur de portes logiques, il permet de voir quel niveau logique apparaît en sortie des différentes portes en fonction des niveaux logiques présents sur les entées. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN5022..... Table de vérité électronique ... 47,30 €
EN5022KM Kit complet version montée.... 71,00 €

TESTEUR POUR THYRISTOR ET TRIAC



A l'aide de ce simple montage didactique il est possible de comprendre comment se comporte un thyristor ou un triac lorsque sur ses broches lui sont appliqués une tension continue ou alternative. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN5019..... Kit complet avec boîtier ..... 62,70 €
EN5019KM Kit complet version montée.... 88,00 €

TESTEUR DE CAPACITÉ POUR DIODES VARICAPS

Combien de fois avez-vous tenté de connecter à un capacimètre une diode varicap pour connaître son exacte capacité sans jamais y arriver? Si vous voulez connaître la capacité exacte d'une quelconque diode varicap, vous devez construire cet appareil. Lecture: sur testeur analogique en µA ou galvanomètre. Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN1274..... Kit complet avec boîtier..... 43,00 €
EN1274KM Kit complet version montée.... 59,00 €

TESTEUR DE POLARITÉ D'UN HAUT-PARLEUR

Pour connecter en phase les haut-parleurs d'une chaîne stéréo, il est nécessaire de connaître la polarité des entrées. Ce kit vous permettra de distinguer, avec une extrême facilité, le pôle positif et le pôle négatif d'un quelconque haut-parleur ou d'une enceinte acoustique. Alimentation: Pile de 9 V (non fournie).

EN1481..... Kit complet avec boîtier ..... 12,20 €
EN1481KM Kit complet version montée.... 19,00 €

IMPÉDANCEMÈTRE RÉACTANCEMÈTRE NUMÉRIQUE

Cet appareil permet de connaître la valeur Ohmique d'un dipôle à une certaine fréquence. Les applications sont nombreuses: impédance d'un haut-parleur, d'un transformateur audio, de l'entrée d'un amplificateur audio, d'un filtre "Cross-Over", de l'inductance parasite d'une résistance, la fréquence de résonance d'un haut-parleur, etc.. Gamme de mesure: 1 Ω à 99,9 kΩ en 4 échelles - Fréquences générées: 17 Hz à 100 kHz variable. Niveau de sortie: 1 Veff. Alimentation: 230 VAC.

EN1192..... Kit complet avec boîtier ..... 181,75 €
EN1192KM Kit complet version montée.. 239,00 €

INDUCTANCEMÈTRE NUMÉRIQUE DE 0,1 µH A 300 MH

Cet appareil de classe professionnelle est un instrument de mesure de l'inductance des selfs. Il est équipé d'un afficheur LCD à dix chiffres et son échelle de mesure s'étend jusque 300 000 µH soit 300 mH. Alimentation: 230 VAC.

EN1576 .... Kit avec boîtier avec alim ..... 64,50 €
EN1576KM Kit complet version montée.. 116,00 €

UN SELFMÈTRE HF...

...ou comment mesurer la valeur d'une bobine haute fréquence. En connectant une self HF quelconque, bobinée sur air ou avec support et noyau, aux bornes d'entrée de ce montage, on pourra prélever, sur sa prise de sortie, un signal HF fonction de la valeur de la self. En appliquant ce signal à l'entrée d'un fréquencemètre numérique, on pourra lire la fréquence produite. Connaissant cette fréquence, il est immédiatement possible de calculer la valeur de la self en µH ou en mH. Ce petit "selfmètre HF" n'utilise qu'un seul circuit intégré µA720 et quelques composants périphériques.

EN1522..... Kit complet avec boîtier ..... 34,00 €
EN1522KM Kit complet version montée... 49,00 €

CAPACIMÈTRE DIGITAL AVEC AUTOZÉRO

Cet appareil permet la mesure de tous les condensateurs compris entre 0,1 pF et 200 µF. Un bouton poussoir permet de compenser automatiquement les capacités parasites.
6 gammes sont sélectionnable par l'intermédiaire d'un commutateur présent en face avant.
Un afficheur de 4 digits permet la lecture de la valeur. **Spécifications techniques:**
Alimentation: 230 V / 50 Hz. - Etendue de mesure: 0,1 pF à 200 µF. Gammes de mesure: 0,1 pF / 200 pF - 1 pF / 2 000 pF - 0,01 nF / 20 nF - 0,1 nF / 200 nF - 0,001 µF / 2 µF - 0,1 µF / 200 µF. - Autozéro: oui. Affichage: 5 digits.

EN1340..... Kit complet avec boîtier ..... 135,50 €
EN1340KM Kit complet version montée.. 174,00 €

CAPACIMÈTRE POUR MULTIMÈTRE

Ce capacimètre pour multimètre, à la fois très précis, simple à construire et économique vous permettra d'effectuer toutes les mesures de capacité, à partir de quelques picofarads, avec une précision dépendant essentiellement du multimètre (analogique ou numérique), que vous utiliserez comme unité de lecture. Alimentation: 9 Vdc

EN5033..... Kit complet avec boîtier ..... 41,00 €
EN5033KM Kit complet version montée.... 62,00 €

RESMÈTRE

Le contrôleur que nous vous présentons NE mesure PAS la capacité en µF d'un condensateur électrolytique, mais il contrôle seulement sa RES (en anglais ERS: "Equivalent Serie Resistance").
Grâce à cette mesure, on peut établir l'efficacité restante d'un condensateur électrolytique ou savoir s'il est à ce point vétuste qu'il vaut mieux le jeter plutôt que de le monter! Alimentation: 9 Vdc

EN1518..... Kit complet avec boîtier ..... 30,00 €
EN1518KM Kit complet version montée . 45,00 €

UN GÉNÉRATEUR DE FIGURES DE LISSAJOUS

Quand le physicien français Jules Antoine LISSAJOUS (1822-1880) fabrique un appareil mécanique, constitué de deux diapasons et de deux miroirs, grâce auquel il réussit à rendre visible la composition géométrique de deux mouvements harmoniques de fréquences identiques ou différentes, il ne pensait certainement pas que son nom serait indissolublement lié à un instrument de mesure, n'existant pas alors, que nous connaissons aujourd'hui sous le nom d'oscilloscope.

EN1612..... Kit complet avec boîtier ..... 39,00 €
EN1612KM Kit complet version montée.... 58,50 €

UN CONVERTISSEUR DE 20 À 200 MHZ POUR OSCILLOSCOPE

Si vous possédez un oscilloscope ordinaire avec bande passante de 20 MHz, il ne pourra jamais visualiser des signaux de fréquences supérieures. Réalisez cet accessoire simple et économique (le convertisseur EN1633) et vous pourrez visualiser n'importe quel signal HF jusqu'à environ 100 MHz et même au-delà. Tension d'alimentation 230 VAC - Fréquence maximale entrée : 500 MHz - Amplitude max signal entrée : 500 mV .

EN1633..... Kit complet avec son coffret .. 56,00 €
EN1633KM Kit complet version montée.... 79,00 €

UN SISMOGRAPHE AVEC DÉTECTEUR PENDULAIRE ET INTERFACE PC

Pour visualiser sur l'écran de votre ordinateur les sismogrammes d'un tremblement de terre vous n'avez besoin que d'un détecteur pendulaire, de son alimentation et d'une interface PC avec son logiciel approprié. C'est dire que cet l'appareil est simple et économique.

EN1358D... Détecteur pendulaire ..... 145,00 €
EN1359..... Alimentation 24 volts ..... 54,00 €
EN1500..... Interface avec boîtier .....
..... + CDROM Sismogest ..... 130,00 €

SISMOGRAPHE

Traduction des mouvements des plaques tectoniques en perpétuel mouvement, l'activité sismique de la planète peut se mesurer à partir de ce sismographe numérique. Sa sensibilité très élevée, donnée par un balancier pendulaire vertical, lui permet d'enregistrer chaque secousse. Les tracés du sismographe révèlent une activité permanente insoupçonnée qu'il est très intéressant de découvrir. Alimentation: 230 V. Sensibilité de détection: faible intensité jusqu'à 200 km, moyenne intensité jusqu'à 900 km, forte intensité jusqu'à 6 000 km. Imprimante: thermique. Balancier: vertical. Afficheur: 4 digits.

EN1358..... Kit complet avec boîtier et une
..... imprimante thermique ..... 655,40 €

UN TEMPORISATEUR DOUBLE DIFFÉRENTIEL POUR PRODUIRE DES VAGUES (OU DU COURANT) DANS UN AQUARIUM

Si vous avez la passion des aquariums vous savez qu'un petit accessoire comme un temporisateur pour engendrer des vagues (surtout s'il est double) peut devenir horriblement coûteux au seul et unique motif qu'il est en vente dans un magasin d'aquariophilie ou dans une grande surface de jardinerie au rayon des poissons ! Nous allons vous montrer qu'à très bas prix, avec quelques neurones et des coups de fer (à souder), on peut réaliser un temporisateur réglable d'une seconde à cinq minutes (et qui plus est double différentiel : alimentant deux pompes disposées en sens inverses), utilisable pour la production de divers mouvements d'eau dans un aquarium. Alimentation: 230 Vac.

EN1602..... Kit complet & boîtier..... 35,00 €
EN1602KM Kit complet version montée.... 47,00 €

MESURES DIVERSES

COMPTEUR GEIGER PUISSANT ET PERFORMANT

Cet appareil va vous permettre de mesurer le taux de radioactivité présent dans l'air, les aliments, l'eau, etc. Gamme de mesure: de 0.001 à 0.35 mR/h. Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

EN1407 .....Kit compteur Geiger .... 130,80 €
EN1407KM .Version montée ..... 182,00 €

ANALYSEUR POUR LE SECTEUR 220 V

Ce montage vous permettra non seulement de mesurer le cos-phi (c'est-à-dire le déphasage produit par des charges inductives) mais il vous indiquera aussi, sur un afficheur LCD, combien d'ampères et combien de watts consomme la charge connectée au réseau EDF.Cet instrument peut mesurer une puissance maximale de 2 kW.

EN1485 .....Kit avec boîtier..... 123,00 €
EN1485KM .Kit version montée ..... 172,00 €

UN COMPTEUR-DÉCOMPTEUR NUMÉRIQUE LCD

Il s'agit d'un «Up/Down Counter» (c'est-à-dire d'un compteur avant/arrière ou compteur/décompteur) programmable qui trouvera son utilité dans le labo de l'amateur électronicien (pour des expérimentations diverses et variées) ou dans la petite industrie comme compteur de pièces de petite et moyenne séries (maximum 9 999). Vous pouvez le réaliser en vous passant – pour une fois– de microcontrôleur et en n'utilisant que des composants discrets. Alimentation : 230 Vac. Une sortie sonore (buzzer) et un relais.

EN1634 .....Kit avec coffret ..... 97,50 €
EN1634KM .Kit version montée ..... 145,00 €

GÉNÉRATEUR DE MIRE POUR TV ET PC

Ce générateur de mire permet de tester tous les postes TV mais aussi les moniteurs pour PC. Il possède 3 modes de fonctionnement: CCIR625, VGA 640*480, VGA 1024*768. La sortie peut-être de la vidéo composite ou du RGB. Une prise PERITEL permet de connecter la TV tandis qu'une prise VGA 15 points permet de connecter un moniteur. **Spécifications techniques:** Alimentation: 230 V / 50 Hz. Type de signal: CCIR625 - VGA 640*480 - VGA 1024*768. Type de sortie: RGB - Vidéo composite. Connecteur de sortie: PERITEL - VGA 15 points.

EN1351 ..... Kit complet avec boîtier .147,00 €
EN1351KM .Kit version montée ..... 177,00 €

UN GÉNÉRATEUR DE MIRES PROFESSIONNEL

Ce générateur de mire de grande qualité deviendra rapidement indispensable dans le labo de tout électronicien s'intéressant à la télévision ; il fournit en effet des signaux TV aux standards PAL-SECAM-NTSC et utilise comme modulateur un minuscule circuit intégré CMS capable de fournir un signal de sortie en VHF-UHF. Ce générateur peut être utilisé aussi pour transférer à partir d'un ordinateur des images à visualiser sur téléviseur. Le kit complet est constitué de la platine de base (EN1630), de la platine affichage (EN1630B) de la platine modulateur (EN1632KM), de la carte CPU (EN1631KM) et du coffret

EN1630 .....Kit carte mère..... 142,00 €
EN1630B ....Kit carte affichage..... 39,00 €
EN1631KM .Carte CPU montée..... 170,,00 €
EN1632KM .Carte modul. montée..... 19,00 €
M01630.....Coffret usiné ..... 54,,00 €
EN1630KM .Kit version montée ..... 612,00 €

MESUREUR DE POLLUTION HF...

...ou comment mesurer la pollution électromagnétique. Cet appareil mesure l'intensité des champs électromagnétiques HF, rayonnés par les émetteurs FM, les relais de télévision et autres relais téléphoniques. Gamme de mesure: de 1MHz à 3 GHz. Résolution: 0.1 V/m. Alimentation :9V

EN1435 .....Kit avec boîtier..... 110,00 €
EN1435K ....Kit version montée ..... 155,00 €

MESUREUR DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Cet appareil va vous permettre de mesurer les champs électromagnétiques BF des faisceaux hertziens, des émetteurs radios ou TV, des lignes éléctriques à haute tension ou encore des appareils électroménagers. Gamme de mesure: de 0 à 200 µT (microtesla). Le kit est livré complet avec son boîtier sérigraphié. Alimentation par pile de 9 V.

EN1310 .....Kit champs-mètre ..... 72,00 €
TM1310.....Bobine pour étalonnage ... 9,00 €
EN1310KM .Version monté ..... 107,00 €

TESTEUR POUR LE CONTRÔLE DES BOBINAGES

Permet de déceler des spires en court-circuit sur divers types de bobinages comme transformateurs d'alimentation, bobinages de moteurs, selfs pour filtres Hi-Fi.

EN1397 .....Kit complet avec boîtier.. 22,50 €
EN1397KM .Kit version montée ..... 33,00 €

ANALYSEUR DE SPECTRE POUR OSCILLOSCOPE

Ce kit vous permet de transformer votre oscilloscope en un analyseur de spectre performant. Vous pourrez visualiser n'importe quel signal HF, entre 0 et 310 MHz environ. Avec le pont réflectométrique EN1429 et un générateur de bruit, vous pourrez faire de nombreuses autres mesures. Le kit est livré avec son boîtier et l'alimentation (230 Vac).

EN1431 .....Kit & boîtier & alim ..... 136,00 €
EN1431KM .Kit version montée ..... 193,00 €

TESTEUR DE MOSPOWER MOSFET - IGBT

D'une utilisation très simple, ce testeur universel permet de connaître l'état d'un MOSPOWER - MOSFET - IGBT. Livré avec sondes de tests.

EN1272 .....Kit complet avec boîtier.. 20,50 €
EN1272KM .Kit version montée ..... 30,00 €

SONDE LOGIQUE TTL ET CMOS

Cette sonde vous rendra les plus grands services pour dépanner ou élaborer des cartes électroniques contenant des circuits logiques CMOS ou TTL. Alim 9 Vdc.

EN1426 .....Kit complet avec boîtier.. 32,00 €
EN1426KM .Kit version montée ..... 42,00 €

TRANSISTOR PIN-OUT CHECKER

Ce kit va vous permettre de repérer les broches E, B, C d'un transistor et de savoir si c'est un NPN ou un PNP. Si celui-ci est défectueux vous lirez sur l'afficheur "bAd". Alimentation: pile de 9 V (non fournie).

EN1421 .....Kit complet vec boîtier ... 57,00 €

TESTEUR DE FET

Cet appareil permet de vérifier si le FET que vous possédez est efficace, défectueux ou grillé.

EN5018 .....Kit complet avec boîtier.. 54,00 €

UN DÉTECTEUR DE FUITES SHF POUR FOURS À MICROONDES

Avec ce détecteur de fuite d'ondes SHF pour four à micro-ondes nous complétons la série de nos instruments de détection destinés à contrôler la qualité des conditions environnementales de notre existence, comme les détecteurs de fuite de gaz, de champs magnétiques et HF, les compteurs Geiger, etc...

EN1517 .....Kit complet avec boîtier.. 32,00 €
EN1517KM .Kit version montée ..... 48,00 €

DÉTECTEUR DE GAZ ANESTHÉSIANT

Les vols nocturnes d'appartement sont en perpétuelle augmentation. Les voleurs utilisent des gaz anesthésiants afin de neutraliser les habitants pendant leur sommeil. Pour se défendre contre cette méthode, il existe un système d'alarme à installer dans les chambres à coucher capable de détecter la présence de tels gaz et d'activer une petite sirène.

ET366.....Kit complet avec boîtier.. 59,00 €
ET366KM....Kit version montée ..... 92,00 €

DÉCIBELMÈTRE

A l'aide de ce kit vous allez pouvoir mesurer le niveau sonore ambiant. Gamme couverte: 30 dB à 120 dB. Indication: par 20 LED. Alimentation: 9 V (pile non fournie).

EN1056 .....Kit complet avec boîtier.. 57,30 €
EN1485 .....Kit version montée ..... 77,00 €

ALTIMÈTRE DE 0 À 1 999 MÈTRES

Avec ce kit vous pourrez mesurer la hauteur d'un immeuble, d'un pylône ou d'une montagne jusqu'à une hauteur maximale de 1 999 m.

EN1444 .....Kit complet avec boîtier.. 62,35 €
EN1444KM .Kit version montée ..... 94,00 €

L'AUDIO-METRE OU LABO BF INTÉGRÉ

Tout amateur éclairé qui se lance dans la réalisation d'un montage BF s'aperçoit tout de suite que, pour effectuer les mesures requises, il devrait disposer d'une nombreuse instrumentation très coûteuse...qu'il n'a pas, bien sûr, puisqu'il n'est pas un professionnel ! Pour sortir de cette impasse, nous vous proposons de construire un instrument de mesure simple mais universel, dédié aux basses fréquences (BF), donc à l'audio et contenant, dans un seul et unique boîtier : un générateur BF, un fréquencemètre numérique et un voltmètre électronique mesurant les tensions, même en dB. Alimentation 230 Vac.

EN1600K...Kit complet + boîtier ..... 212,00 €
EN1600KM .Kit version montée ..... 199,00 €

GÉNÉRATEUR DE BRUIT BF

Couplé à un analyseur de spectre, ce générateur permet le réglage de filtre BF dans beaucoup de domaine: réglage d'un égaliseur, vérification du rendement d'une enceinte acoustique etc. - Couverture en fréquence: 1 Hz à 100kHz. Filtre commutable: 3 dB / octave env. Niveau de sortie: 0 à 4 Veff. env. Alimentation: 12 Vcc.

EN1167 .....Kit complet avec boîtier.. 41,50 €
EN1167KM .Kit version montée ..... 57,00 €

UN GÉNÉRATEUR BF À BALAYAGE

Afin de visualiser sur l'écran d'un oscilloscope la bande passante complète d'un amplificateur Hi-Fi ou d'un préamplificateur ou encore la courbe de réponse d'un filtre BF ou d'un contrôle de tonalité, etc., vous avez besoin d'un bon sweep generator (ou générateur à balayage) comme celui que nous vous proposons ici de construire.

EN1513 .....Kit complet avec boîtier.. 94,00 €
ENCAB3 .....Jeu de 3 câbles BNC/C.... 18,00 €
EN1513KM .Kit version montée ..... 138,00 €

UN MESUREUR DE PRISE DE TERRE

Pour vérifier si la prise de terre d'une installation électrique est dans les normes et surtout si elle est efficace, il faut la mesurer et, pour ce faire, on doit disposer d'un instrument de mesure appelé Mesureur de Terre ou "Ground-Meter". Le kit est livré avec son boîtier et le galvanomètre. Alimentation par pile de 9 V.

EN1512 .....Kit complet avec boîtier.. 62,00 €
EN1512KM .Kit version montée ..... 95,00 €

DÉTECTEUR DE TÉLÉPHONES PORTABLES

Ce détecteur vous apprend, en faisant sonner un buzzer ou en allumant une LED, qu'un téléphone portable, dans un rayon de 30 mètres, appelle ou est appelé. Ce précieux appareil trouvera son utilité dans les hôpitaux (où les émissions d'un portable peuvent gravement perturber les appareils de surveillance vitale), chez les médecins, dans les stations service, les cinémas et, plus généralement, dans tous les services privés ou publics où se trouvent des dispositifs ou des personnes sensibles aux perturbations radioélectriques. On peut, grâce à ce détecteur, vérifier que le panneau affichant "Portables interdits" ou "Eteignez vos portables" est bien respecté.

EN1523 ..... Kit complet + boîtier .... 35,00 €
EN1523KM .Kit version montée ..... 53,00 €

DÉTECTEUR DE FILS SECTEUR

Cet astucieux outil vous évitera de planter un clou dans les fils d'une installation électrique.

EN1433 .....Kit complet + boîtier ..... 13,55 €
EN1433KM .Kit version montée ..... 21,00 €

UN DÉTECTEUR DE MICROS ESPIONS

Voici un récepteur à large bande, très sensible, pouvant détecter les rayonnements radioélectriques du mégahertz au gigahertz. S'il est intéressant pour localiser des émetteurs dans les gammes CB ou UHF, il est tout particulièrement utile pour «désinfester» les bureaux ou la maison en cas de doute sur la présence de micros espions. Alimentation: 9 Vdc.

ET370.....Kit complet avec boîtier.. 37,00 €
ET370KM....Kit version montée ..... 56,00 €

GÉNÉRATEUR DE BRUIT 1 MHZ À 2 GHZ

Signal de sortie: 70 dBV. Fréquence max.: 2 GHZ. Linéarité: +/- 1 dB. Fréquence de modulation: 190 Hz env. Alimentation: 220 VAC.

EN1142 .....Kit complet avec boîtier.. 79,00 €

ANÉMOMÈTRE PROGRAMMABLE SIMPLE

Cet anémomètre peut être programmé pour exciter un relais ou un buzzer afin que vous soyez averti quand la vitesse du vent dépasse une valeur de seuil critique pour la survie de vos accessoires domestiques. En effet, le relais de sortie peut alors déclencher une sirène ou même (moyennant l'ajout d'un relais plus puissant) actionner le moteur de relevage ou d'enroulement des stores, parasol, etc.

EN1606 .....Kit complet avec capteur 89,50 €
SE1.20.....Capteur de vent seul..... 41,00 €

INDUCTANCEMÈTRE 10 µH À 10 MH

À l'aide de ce simple inductancemètre, vous pourrez mesurer des selfs comprises entre 10 µH et 10 mH. La lecture de la valeur se fera sur un multimètre analogique ou numérique (non fourni).

EN1422 .....Kit complet avec boîtier.. 46,00 €
EN1422KM .Kit version montée ..... 70,00 €

PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : www.comelec.fr

COMELEC CD 908 - 13720 BELCODENE Tél. : 04.42.70.63.90
www.comelec.fr Fax : 04.42.70.63.95

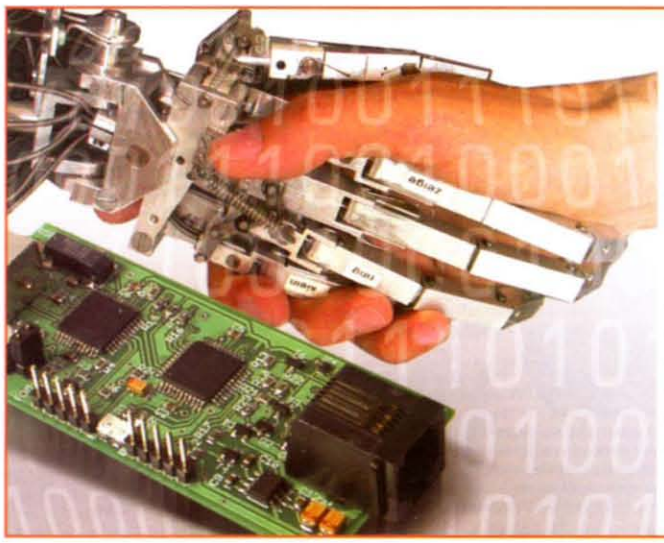
DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 96 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS

Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Frais de port en France moins de 5 Kg 8,40 € / CEE moins de 5 Kg 15,00 €. Port autres pays sur devis. Catalogue général de kits contre (cinq timbres à 0,54 €) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

Un programmateur débogueur in-circuit pour PIC

Première partie : l'étude théorique

C'est la version amateur et économique du programmateur ICD2 de Microchip : elle permet de vérifier le fonctionnement du logiciel au moment de son développement et ce directement sur la platine où est monté le microcontrôleur (on opère en environnement IDE MPLAB). Ce programmateur communique avec l'ordinateur à travers le port USB dont il reçoit évidemment l'alimentation ; il peut même fournir l'alimentation à la platine dont il programme le micro ou qu'il analyse.



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Interface PC : USB 2.0 ;
- Alimentation : par le port USB ;
- InterfaceTarget : RJ11 6 pôles, compatible avec le câble standard ICD2 ;
- Possibilité d'alimentation du "target" (en 5 V avec 10-40 mA max) ;
- Gestion du "target" en 3 V seulement avec "target" alimenté de manière autonome ;
- Tension minimale target : ~ 2 V (en théorie jusqu'à 1,65 V) ;
- "Targets" gérables : tous les PIC et dsPIC gérés par le ICD2 d'origine ;
- Programme résident : mise à jour automatique à partir de MPLAB IDE ;
- Réalisation : complètement en CMS ;
- Dimensions : 100 x 35 x 15 mm ;
- Développé sous environnement : MPLAB de Microchip ;
- Logiciel de programmation : MPLAB (IC-PROG pour le bootloader).

Note : *nous appelons "target" (cible) le dispositif à programmer, soit le microcontrôleur ou la petite platine à support ET652M.*

Il y a tout au plus une dizaine d'années, il était encore assez difficile aux passionnés d'électronique de pénétrer l'univers des microcontrôleurs car l'acquisition des systèmes de développement était hors de la portée d'une bourse d'amateur. C'est alors qu'un constructeur de ces micro nous permit de nous familiariser avec les "machines à états" en nous fournissant des échantillons gratuits et des systèmes de développement abordables.

Eh bien, c'est cette heureuse initiative de Microchip qui fit sa renommée, en particulier auprès des laboratoires amateurs du monde entier. L'autre excellente idée de ce fabriquant fut de doter ses PIC d'une mémoire programme intégrée : ce fut un triomphe ! Mais qui dit programme dit programmateur pour programmer ces PIC (leur faire "ingérer" leur programme résident) et les systèmes de développement fournis par Microchip sont sans cesse plus onéreux, pas folle la guêpe ! Ceci dit les PIC ont un gros avantage : ils passionnent les foules d'amateurs d'électronique et d'informatique, ce qu'on peut voir et lire sur les sites Internet, les forum et dans les innombrables "blogs"... Tout ce monde rivalise d'ingéniosité pour chercher à réinventer le programmateur de PIC afin de le rendre économique et réalisable pour quelqu'un qui ne disposerait que d'une alimentation et d'un multimètre dans son atelier. Il suffit de lancer une recherche sur Internet (par exemple avec Google) en tapant Yapp, Propic, Ludipipo ou JDM et il vous pleut dessus en 0,12 seconde tout un tas de liens à des sites d'amateurs, entre autres.

Parallèlement aux réalisations d'amateurs, en effet, le commerce des programmateurs est également intense : cela va du simple programmateur de PIC, comprenant peu de composants, à connecter au port parallèle ou série d'un PC sur lequel tourne le programme dédié, au complexe programmateur capable de programmer non seulement les PIC mais aussi des micro de bien d'autres marques.

Toutefois le développeur sait que le programmateur tout seul ne suffit pas. Durant le développement d'applications sur PIC, comme d'ailleurs sur tout micro, il est fort utile de pouvoir effectuer un débogage ou "debug" (de-bug : recherche de puces - nous dirions plutôt de poux - au sens figuré d'erreurs logicielles) que seul un émulateur peut faire. Or les émulateurs sont des appareils assez chers, car ils sont construits pour remplacer le "chip" en émulation, en cherchant à être complètement transparents (et non invasifs) par rapport à l'application qu'on est en train de développer, mais tout cela en permettant un contrôle complet de l'exécution du programme, des ses variables, des ports d'E/S, etc. Conceptuellement, un émulateur est un gros microcontrôleur externe relié à la platine à développer à travers un adaptateur POD et à un PC, dont il reçoit le programme à exécuter et les instructions nécessaires pour exécuter le débogage (break points, step by step, freeze, memory dump...) ; voir figure 1. En fait, il s'agit surtout de matériel professionnel et leur prix peut dépasser plusieurs milliers d'euro.

Afin de contourner ce "léger problème", Microchip (comme au demeurant d'autres fabricants) a depuis longtemps inséré dans la plupart de ses microcontrôleurs une section dédiée au débogage "in-circuit" ; il a ainsi créé une possibilité intermédiaire entre la programmation pure et dure d'un dispositif et l'émulation de son fonctionnement. Cette section interne travaille couplée avec un appareil externe appelé "In Circuit Debugger". En bon français ça donnerait : débogueur de microcontrôleurs installés ! En tout cas, ce débogueur est relié au micro au moyen de broches qui grèvent le moins possible les ressources du PIC ; l'appareil peut ainsi contrôler le micro dans l'exécution pas à pas ("step by step") des programmes, l'examen et l'éventuelle modification de toutes les mémoires et registres ("memory dump"). Il est possible d'insérer des points d'interruption ("break points") dans les programmes, d'en bloquer momentanément l'exécution ("break, freeze, hold"), de réagir à certains types d'événements ("trigger"), etc. ; le tout pour un coût minime en terme de ressources occupées. Il va de soi qu'il ne s'agit plus là d'un simple programmateur, mais d'un appareil complexe et universel d'emploi.

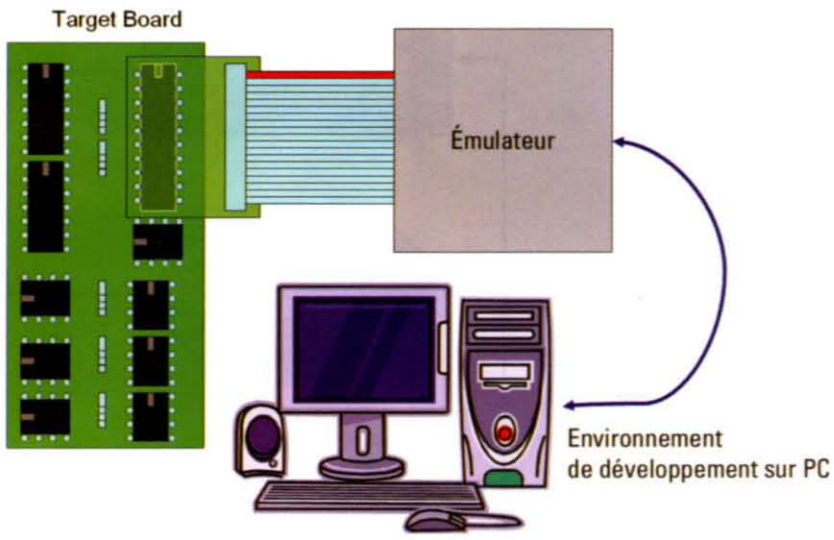


Figure 1 : Conjugaison des trois éléments, le programmateur, l'émulateur et l'ordinateur.

Microchip a également mis sur le marché avant l'ICD (relié au PC par interface série) l'ICD2, qui gère, lui, différents ports de communication. L'ICD2 d'origine Microchip dispose en effet d'une interface RS232 et d'une interface USB ; de plus il peut être alimenté par le port USB ou par une alimentation externe ; il permet en outre un contrôle poussé des tensions de programmation et d'alimentation du "target" (littéralement "cible", en fait le micro en débogage). Il peut enfin travailler en mode "programmateur seul" ou en mode "programmateur/débogueur in-circuit".

Comme notre objectif est d'apporter toujours plus d'innovations technologiques aux passionnés que vous êtes, nous avons voulu nous aussi apporter notre offrande au culte du PIC : le montage proposé par cet article est une version à faible coût de l'ICD2 Microchip, dont nous avons éliminé les sections d'après nous les moins utiles et de fait les moins utilisées, en l'occurrence l'interface série et le circuit d'alimentation par adaptateur externe.

L'interface série, utile seulement pour programmer les micro avec un PC qui date (les ordinateurs aujourd'hui n'ont plus guère de port série, on en est à l'USB 2.0), devient presque inutilisable durant le débogage à cause de sa lenteur laquelle, rappelons-le, n'est pas due à un défaut mais à sa nature sérielle (à l'origine on ne devait pas communiquer à une vitesse supérieure à 19 200 bps). L'interface série supprimée, l'alimentation externe devient inutile car, grâce au port USB, on "pique" l'alimentation sur le PC relié. Le seul avantage de l'alimentation extérieure est de pouvoir fournir au circuit à déboguer (et alimenté à travers le ICD) un courant plus élevé ; mais cela ne vaut de toute façon que pour les circuits travaillant en 5 V, ceux qui s'alimentent en 3 V devront toujours être alimentés de manière autonome.

Le schéma synoptique

Analysons le schéma synoptique de la figure 2 : nous voyons à quel point le clone que nous avons conçu est simple ! Voyons-le toutefois bloc par bloc, cela nous facilitera la compréhension, par la suite, du schéma électrique. À travers le connecteur USB ("Conn. USB") l'ICD2 reçoit l'alimentation en + 5 V (filtrée par le bloc "Filtre Alimentation") directement par l'ordinateur et échange les données avec l'environnement de développement MPLAB, lequel joue le rôle de programmateur. Suit le bloc "Interface USB2", réalisé avec un PIC18F4550 déjà programmé en usine pour la double fonction de contrôleur de "reset" et d'interprète entre le port USB et l'interface de programmation et de débogage.

A cette dernière fonction, en revanche, est préposé le bloc "Prog/Débogueur", réalisé avec un PIC16F877A. Il arrive au connecteur "target" (celui qui est relié

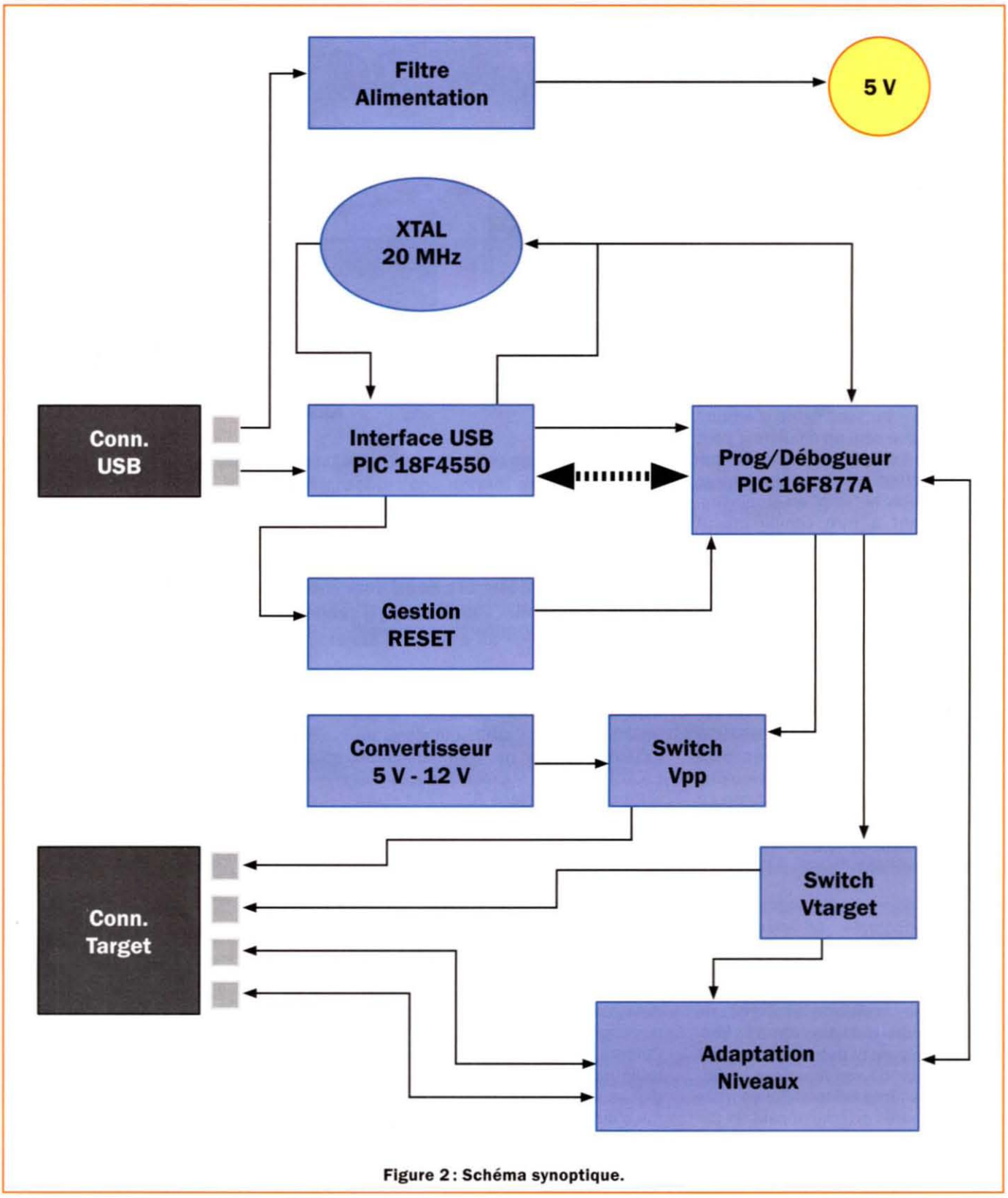


Figure 2 : Schéma synoptique.

à la platine que nous développons) à travers trois blocs ayant pour fonction l'adaptation des niveaux logiques ("Adaptation Niveaux"), la sélection de la tension d'alimentation ("Switch Vtarget") et l'activation de la tension de programmation ("Switch Vpp"). Le dispositif n'utilise qu'un seul quartz de 20 MHz avec lequel on engendre le signal d'horloge pour les deux PIC, y compris celui à 48 MHz nécessaire pour le port USB et sur lequel nous donnerons davantage de détails dans le paragraphe suivant.

Le schéma électrique

Pour des motifs de simplicité, nous décrirons ce schéma électrique en suivant l'ordre adopté pour le schéma synoptique.

Nous partirons donc du connecteur USB. Sa broche 1, avec la 4 (masse), fournit l'alimentation en 5 V à tout le circuit à travers le filtre L1-C11-C12. Ce filtre a pour but d'éliminer d'éventuelles perturbations présentes sur le 5 V et une LED LD2, polarisée par R16, signale que l'ICD2 est bien alimenté.

Les broches 2 et 3 (D– et D+), en revanche, communiquent directement

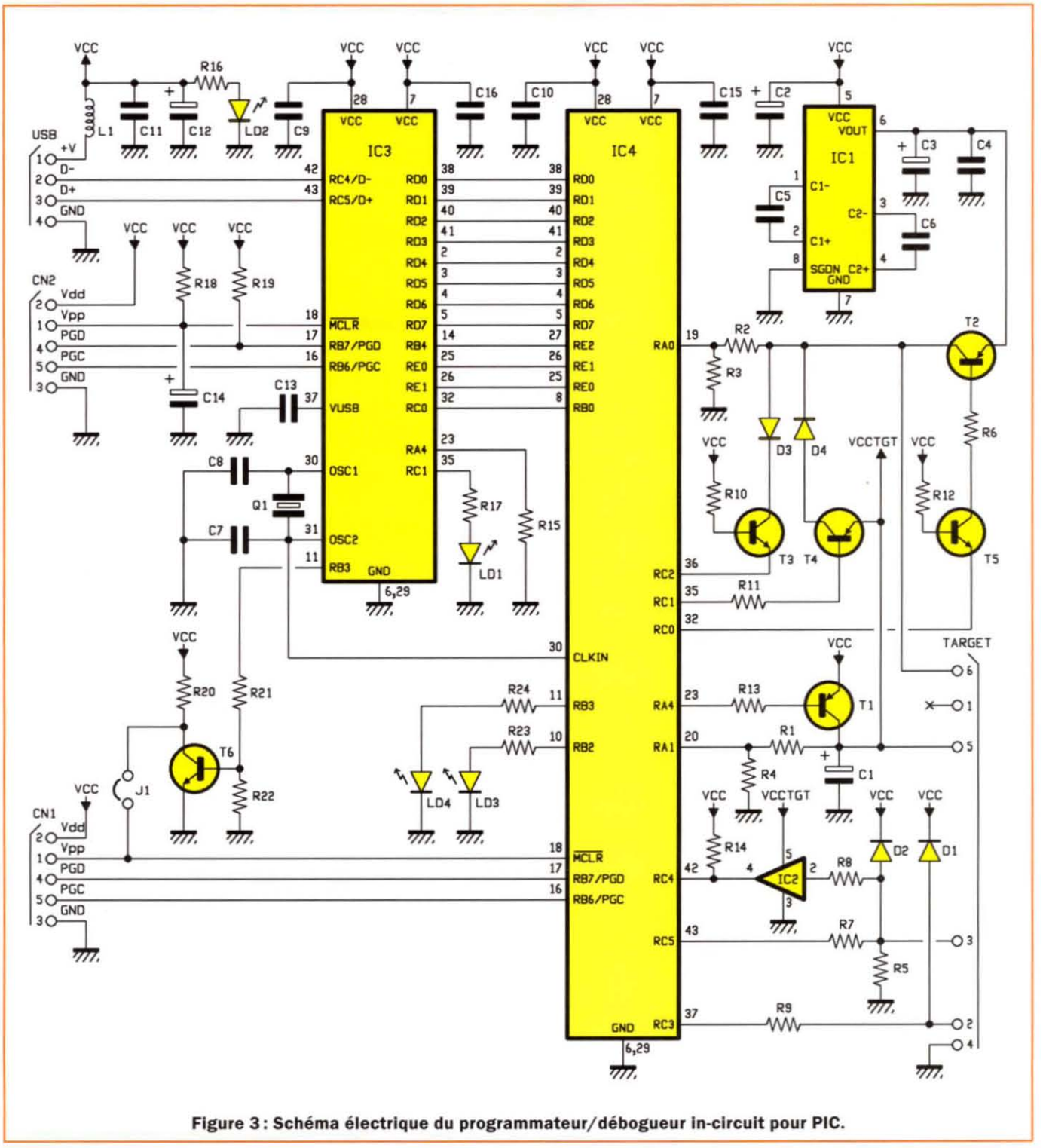


Figure 3 : Schéma électrique du programmateur/débogueur in-circuit pour PIC.

avec le PIC IC3 (PIC18F4550) lequel contient le programme interprète pour les informations échangées entre la platine "target", reliée à IC4 et l'environnement de développement MPLAB. Au fait, pourquoi deux microcontrôleurs alors qu'un aurait dû suffire, non ? Ce choix a dépendu de deux facteurs :

1) l'ICD2 première version est réalisé avec un micro de la série 16F877 et donc tous les programmes résidents de débogage furent écrits pour ce contrôleur. Changer de micro, nécessitait de réécrire complètement tous les sous programmes précédemment développés pour la gestion des divers PIC montés sur les platines "target".

2) les premières versions de l'ICD2 avaient comme interface USB une "puce" Cypress, précédant la sortie commerciale du PIC18F4550 doté de l'interface USB. Le circuit intégré Cypress fut ensuite utilisé comme interface USB et la partie émulation était très simple pour les deux versions de l'ICD. En passant au PIC18F4550, Microchip a choisi de maintenir la même logique et a dédié au nouveau contrôleur la seule fonction d'interface USB en remplacement du circuit intégré Cypress, désormais obsolète.

Le PIC IC3 communique avec la partie débogage (IC4) à travers un bus parallèle à haute vitesse réalisé avec la totalité du PORTD, de façon à pouvoir profiter au mieux des prestations élevées du port USB.

Notons la présence du condensateur de 1 µF sur la broche Vusb (37) : il sert à découpler l'alimentation interne des circuits USB à 3,3 V et il est fondamental car, s'il n'était pas là, la connexion USB ne serait pas stable. Le connecteur CN2 sert à la programmation in-circuit du PIC IC3.

Poursuivons l'analyse avec les circuits que le schéma synoptique de la figure 2 appelle "Gestion Reset, Prog/Débogueur PIC16F877, Switch VPP, Switch Target et Adaptateur de Niveaux". L'étage de gestion "reset" permet à l'interface USB (IC3) de réinitialiser IC4 (PIC16F877) et il est constitué du transistor T6 utilisé comme simple inverseur ; le cavalier J1 sert seulement durant la phase de programmation "in-circuit" du second contrôleur, exécutée à travers le connecteur CN1, de façon à libérer la ligne MCLR (utilisée au moment de la programmation pour fournir la Vpp), car sans cela elle serait chargée par ce même transistor T6. Durant le fonctionnement normal, le cavalier doit rester fermé.

IC4 remplit les fonctions de Programmateur et de Débogueur In-Circuit. Il divise le bus parallèle de IC3 (PORTD) et se trouve sous le contrôle direct de ce dernier à travers la ligne de "reset" et les trois lignes de contrôle RD, WR et CS (associées aux PIN 0, 1, 2 du PORTE). Il peut cependant forcer IC3 à un état d'attente en le signalant comme occupé ("busy") à travers la broche RB0, électriquement reliée avec RC0 de IC3.

Voyons maintenant en détail les autres lignes du PIC utilisées et disons tout d'abord que toutes les lignes gérées par l'ICD2 d'origine n'ont pas toutes été utilisées ; en particulier, ne sont pas gérées :

- l'interface série (trop lente et désormais pratiquement introuvable sur les PC récents) ;
- les contrôles pour faire varier la tension de programmation qui, sur l'ICD2 d'origine, en dehors du fait qu'elle est surveillée (comme pour notre circuit) est réglée directement par le PIC ; la fonction nous a semblé superflue, surtout pour une utilisation amateur.

Quant aux lignes implémentées et gérées, bien qu'on puisse les regrouper en un unique bloc conceptuel, elles sont cependant en réalité distribuées dans tout le circuit : il faut donc les analyser une à une. Partons des lignes RB2 et RB3, les plus faciles : elles sont dédiées au pilotage des LED de ERROR (erreur) et BUSY (occupé).

Les lignes RC0, RC1 et RC2 servent respectivement pour acheminer la ligne MCLR du "target" à Vpp (tension de programmation, environ 12 V), Vcc (condition de "reset" du "target") et GND (condition normale de fonctionnement du "target"). Comme le montre le schéma électrique de la figure 3, ces lignes sont en logique négative et donc actives au niveau logique 0 ; elles ne peuvent fonctionner qu'une seule à la fois. Elles pilotent respectivement les transistors T5/T2 (commutateur de Vpp), T4 (commutateur Vcc) et T3 (mise à la masse), qui prennent un état défini par le mode opérationnel demandé.

La ligne RA4 sert à fournir, à la demande du contrôleur, l'alimentation au "target". Comme l'indiquent les caractéristiques techniques du début de l'article, l'appareil ne peut fournir au "target" qu'une seule tension – 5 V – sous un courant limité à 40 mA au maximum. Si le "target" est à basse tension ou si on a besoin d'un courant plus important, il faudra donc l'alimenter à part. L'alimentation directe du "target" est gérée par une option de configuration dans le MPLAB ; à notre avis cela n'a d'utilité que lorsque le "target" est fictif et constitué d'une petite platine avec support de programmation "off-circuit" pour les PIC en boîtier DIP.

Nous verrons dans la seconde partie de l'article comment connecter notre programmateur/débogueur à la platine ET652M, disponible montée et prête à l'emploi.

Les deux lignes d'entrée analogique RA0/AN0 et RA1/AN1 permettent au circuit de surveiller respectivement les tensions de programmation (Vpp) et d'alimentation, en donnant au IDE MPLAB la possibilité d'exécuter un minimum de diagnostic sur la connexion et le fonctionnement du "target". Ajoutons que les paires de résistances R1-R4 et R2-R3 servent de pont partiteur de tension et que par conséquent mieux vaudrait, en toute rigueur, choisir pour elles des résistances de précision avec tolérance à 1%. Mais avec des 5% la marge d'erreur est encore tout à fait acceptable.

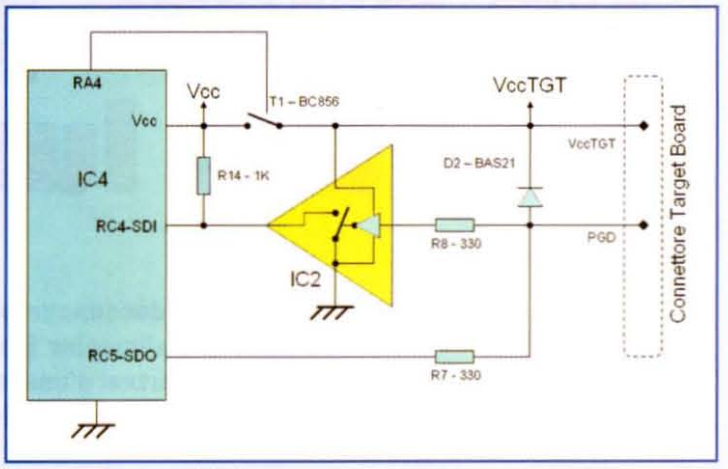
La ligne PGC provient de la broche RC3 de IC4 et fournit le signal d'horloge au "target" (géré au moyen d'une interface série synchrone) à travers la résistance R9 de 330 ohms. Suit la diode D1 dont l'anode est reliée à R9 et la cathode à la ligne d'alimentation du "target". Cette configuration simple a pour fonction d'adapter le niveau logique 5 V du débogueur à la tension d'alimentation du "target", qui peut descendre jusqu'à 2 V. Pas besoin d'adaptation de niveau dans le sens inverse car la ligne est unidirectionnelle. R9 sert aussi à éviter qu'un excès de courant vers la "puce" au moment de la programmation ne provoque le "latch-up" destructeur, phénomène typique des circuits intégrés en technologie CMOS.

Les broches RC4 (SDI) et RC5 (SDO) sont les lignes de données de l'interface série vers le "target". Ici les choses se compliquent par rapport à la ligne d'horloge, car la communication série est bidirectionnelle. Le concepteur du circuit d'origine a cependant eu la bonne idée de maintenir séparées les deux lignes SDI/SDO dans le débogueur et de les réunir en revanche sur le connecteur allant au "target". Cette solution a permis de simplifier énormément la gestion du programme résident car ainsi les deux lignes peuvent être traitées individuellement, une comme entrée et l'autre comme sortie, sans avoir à s'inquiéter du changement de direction du port de IC4. Il ne nous reste qu'à décrire le convertisseur de 5 à 12 V, utilisé pour produire la tension de programmation d'environ 12 V nécessaire pour beaucoup de types de mémoires "flash", celles des PIC comprises. On monte un circuit intégré Maxim MAX662A, conçu pour fournir 12 V sous 30 mA garantis, sans avoir à utiliser d'inducteurs, simplement en partant d'une tension de 4,5 à 5,5 V et défini par Maxim comme "12 V Inductorless, Low-Profile Flash Memory Supply". Le circuit est un classique "charge-pump" dans lequel les deux condensateurs ont été surdimensionnés par rapport à ce que préconise le "datasheet", ceci afin de diminuer au maximum l'ondulation résiduelle.

Le programme résident

Dans le circuit en question, à la différence des montages habituels, on ne charge pas un véritable programme résident qui en gèrerait le fonctionnement, mais un "bootloader", c'est-à-dire un petit programme permettant au PIC de charger le vrai logiciel de gestion. Pour être encore plus précis, les "bootloaders" sont au nombre de deux : un pour le PIC18F4550, contenant aussi le logiciel de gestion de l'interface USB et un pour le PIC16F877A. Ils sont extrapolés à partir de fichiers binaires présents dans le dossier ICD2 du IDE MPLAB, de façon à garantir la compatibilité maximale avec ce dernier. Les instructions pour la première configuration du dispositif seront fournies dans la seconde partie

Figure 4 : Le convertisseur de niveau.



Quand l'ICD2 est relié à la platine "target", deux possibilités de fonctionnement existent :

1) l'ICD2 alimente la platine "target" (elle fonctionne en 5 V avec une consommation inférieure à 40 mA) à travers le 5 V interne fourni par le port USB du PC.

2) la platine "target" nécessite un courant plus important, peut-être aussi une tension différente (par exemple 150 mA à 3,3 V) et il faut donc disposer d'un circuit d'alimentation distinct.

Dans le premier cas on n'a pas de problème d'interface car la tension est unique mais dans le second les tensions vont dans les deux sens parce que le "target" est doté de son circuit d'alimentation et que l'ICD2 reçoit la sienne quand c'est nécessaire du port USB. Dans ce second cas, on est donc obligé d'adapter les tensions entre les deux dispositifs et on le fait au moyen d'un convertisseur de niveaux, nécessaire même théoriquement si le "target" est alimenté en 5 V.

En fait, la tension provenant du port USB et l'alimentation du "target", bien qu'elles soient à 5 V nominal toutes deux, à cause des tolérances, ne peuvent être rigoureusement identiques et donc elles ne doivent pas (ne devraient pas, du moins ...) être interconnectées directement. A plus forte raison quand le "target" est alimenté avec une tension d'alimentation inférieure.

La technologie actuelle permet de réaliser des circuits intégrés numériques en mesure de reconnaître sans problème les niveaux logiques 0 et 1 provenant de logiques alimentées sous des tensions inférieures à la leur ; mais, dans une minorité de cas cela ne marche pas, or l'ICD2 doit pouvoir opérer avec tous les PIC actuels, les anciens et ceux qui n'existent pas encore ou alors sur les planches à dessin virtuelles des bureaux d'étude Microchip !

Entrons maintenant dans le détail de la section comprenant l'adaptateur de niveau, la ligne de transmission-réception et le commutateur de tension, sans oublier que la ligne PGD du connecteur "target" est bidirectionnelle. Commençons par le commutateur de tension, constitué de T1, monté en interrupteur commandé par la ligne RA4 du PIC IC4. Très simplement, l'environnement de développement MPLAB Microchip, sur une commande précise de l'usager, communique à IC4 que le "target" est doté de sa propre alimentation ; IC4 met alors RA4 au niveau logique 1, T1 se bloque, c'est-à-dire ouvre l'interrupteur qui relie le "target" à l'alimentation interne de l'ICD2.

De même on peut forcer l'ICD2 à fournir de l'énergie en saturant T1. Durant le fonctionnement normal, l'échange d'informations entre "target" et émulateur est prévu. Les données envoyées par la broche RC5-SDO de IC4 traversent R7 de 330 ohms et atteignent la broche PGD. D2, dans cette configuration, a pour rôle de réduire le niveau : en effet, quand RC5-SDO est au niveau logique 1 (5 V), D2 est polarisée à travers R7 et limite la tension d'entrée du "target" à la valeur de "VccTGT + 0,6 V", ce qui le protège contre l'effet destructeur du "latch-up". Bien sûr ce circuit ne fonctionne que lorsque l'alimentation du "target" est d'au moins 0,6 à 0,8 V inférieure à celle de l'ICD2, égale à 5 V. Le parcours inverse (du "target" à IC4) associe le convertisseur de niveau IC2, un "buffer open-drain" (tampon à drain ouvert) à haute vitesse NL17SZ07, qui peut être alimenté entre 1,65 V (c'est un minimum et ça reste très théorique) et 5,5 V, avec tolérance jusqu'à 7 V sur l'entrée et la sortie. Cela permet d'interfacer les PIC existants et sans doute futurs jusqu'à une tension minimale de 1,65 V. IC2 est toujours alimenté avec la même tension que le "target", car il est connecté physiquement au même fil et du point de vue fonctionnel, il se comporte comme un interrupteur : quand son entrée est à 1, l'interrupteur interne (un FET) est ouvert, par conséquent la résistance de tirage R14 met la broche RC4-SDI de IC4 à 1 (5 V). Quand en revanche l'entrée du buffer est à 0, le FET se ferme et RC4-SDI prend la valeur 0 logique. Il va de soi que la masse est l'unique signal partagé par IC4, IC2 et "target" quand T1 est ouvert.

de l'article ; ici nous vous mettons seulement en garde de **ne pas connecter le programmateur au PC avant d'avoir installé le IDE MPLAB et d'avoir lu les instructions** de cette seconde partie.

Conclusion et à suivre

Nous voici arrivés au terme de cette étude théorique d'un programmateur/débogueur économique et efficace. Le mois prochain, nous aborderons la réalisation pratique et nous analyserons tout l'aspect logiciel de cette réalisation.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce programmateur débogueur in-circuit pour PIC ET676 est disponible chez certains de nos annonceurs.

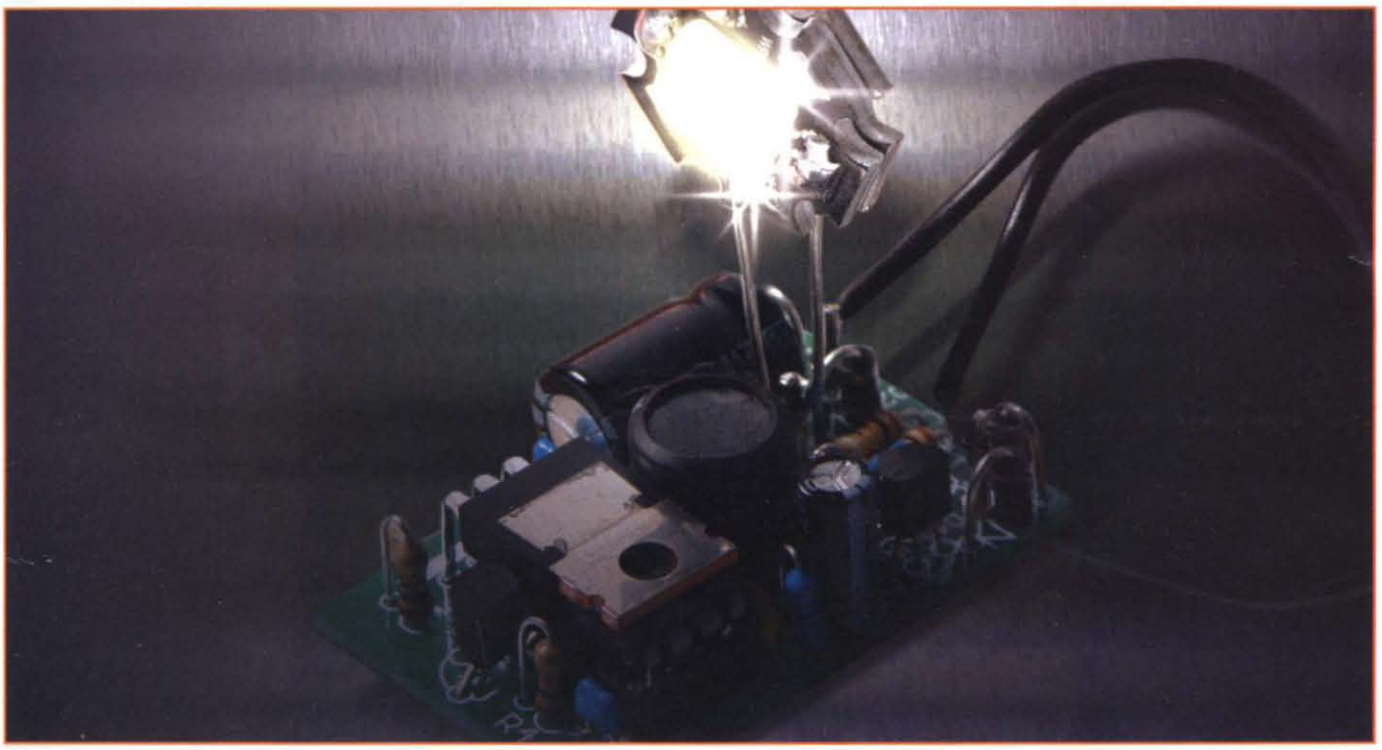
La petite platine ET652M, comportant le support textool du PIC à programmer, est disponible déjà montée et prête à l'emploi.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip. ◆

Un pilote pour LED à haute luminosité

Cette alimentation à découpage pour LED blanche à haute luminosité permet d'alimenter jusqu'à quatre LED de 1 W montées en série, en partant d'une tension d'entrée continue ou alternative ; vous allez pouvoir réaliser des spots étonnants.



Depuis quelques temps on trouve sur le marché des LED blanches spéciales à haute luminosité, conçues pour réaliser des structures modulaires capables de remplacer les traditionnelles ampoules à incandescence. Le but de tout cela est bien entendu d'économiser de l'énergie en créant des éclairages économiques, très robustes et de longue durée : il est en effet bien connu que les ampoules à incandescence ont un rendement très faible, une durée de vie très limitée et qu'elles sont fragiles, surtout si elles sont heurtées durant ou après une utilisation prolongée, le choc sollicitant alors fortement le filament et le bulbe de verre. Avec des ampoules à LED, l'économie est assurée par leur bien meilleur rendement (plus de lumière à parité d'énergie électrique consommée), quant à leur durée de vie sans commune mesure, elle est due au fonctionnement des jonctions à basse température. Les LED en question sont donc très robustes et les ampoules qu'on fabrique avec sont compactes.

Ces ampoules sont constituées de LED en série et parallèle et par conséquent lorsqu'une des LED est "grillée" l'intensité lumineuse diminue mais on n'en arrive pas pour autant au "black-out" complet, contrairement à ce qui advient quand une ampoule à incandescence est fichue ! C'est précisément cette caractéristique qui a contribué au développement des systèmes à LED en automobile ou pour la signalisation publique (routes, rues, feux tricolores ...). La forte demande et les perspectives de développement font que les LED à haut rendement prennent les formes les plus diverses : aux anciens composants ronds de 3, 5 et 10 mm de diamètre ont succédé des dispositifs spéciaux à lumière blanche constitués de plusieurs LED rassemblées sous une coupole de résine époxy transparente ; elles sont réalisées sur une petite plaque d'alumine appuyée sur une lame d'aluminium qui facilite la dissipation de la chaleur. A l'intérieur on trouve plusieurs jonctions PN, alimentées en parallèle par deux contacts : une cathode et une anode.

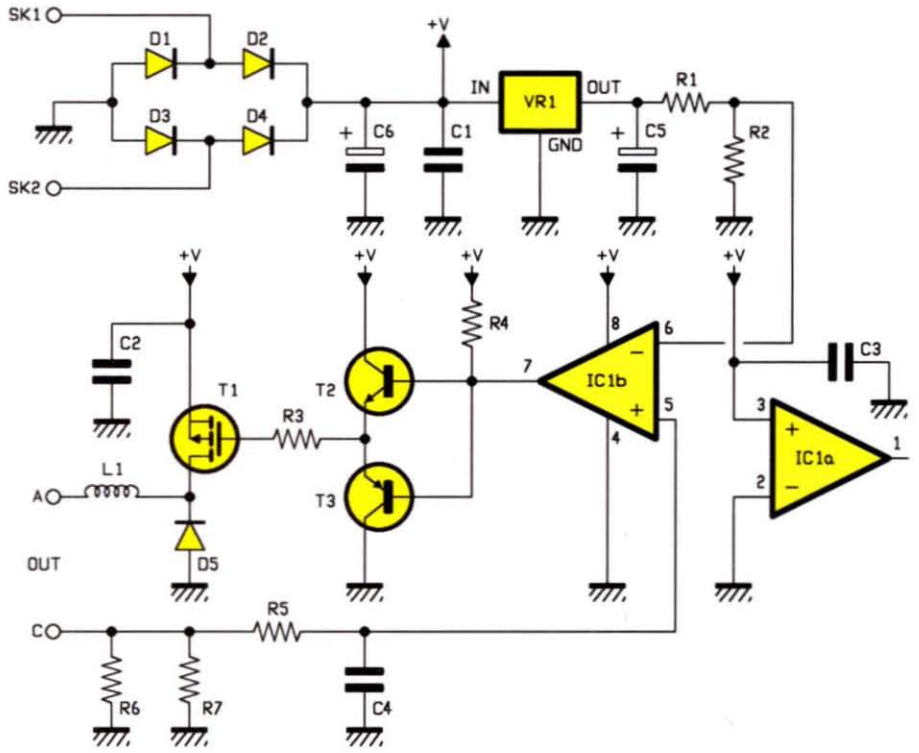


Figure 1 : Schéma électrique du pilote pour LED à haute luminosité.

Afin de pouvoir garantir une émission lumineuse élevée, les LED en question réclament un courant assez conséquent devant être fourni par des régulateurs électroniques plutôt que par des alimentations traditionnelles avec en série une résistance de limitation ; ceci parce que cette dernière devrait dissiper par effet Joule (en chaleur et en pure perte) une puissance non négligeable, ce qui engendrerait un échauffement mais surtout – en particulier en cas d'alimentation avec des piles – un gaspillage d'énergie problématique.

Notre réalisation

C'est pourquoi nous n'avons pas songé à mettre en œuvre un régulateur linéaire mais un convertisseur DC/DC à commutation (alias alimentation à découpage) : c'est la meilleure solution sur le plan de l'économie d'énergie et également sur celui de la réduction de l'encombrement. En effet, les circuits à découpage ont des pertes extrêmement réduites car ils peuvent transférer à l'utilisateur presque toute la puissance prélevée par l'alimentation principale, donc peu de chaleur et pas besoin de dissipateur particulièrement encombrant, bref un petit montage des plus compacts.

Le schéma électrique

Donnons un coup d'œil au schéma électrique de la figure 1 afin de comprendre quel est le principe de fonctionnement du régulateur à commutation : vous comprendrez que nous l'ayons préféré au traditionnel circuit linéaire. Le circuit est alimenté par une tension continue ou alternative qui arrive sur les contacts SK1 et SK2 ; en continu on a besoin de 9 à 18 V et aucune polarité n'est à respecter, en alternatif le transformateur doit fournir 6 à 12 V. De toute façon, le pont de Graetz formé par D1, D2, D3, D4 rend unidirectionnelle la tension aux extrémités de C6, qui en cas d'alimentation alternative filtre le résidu à 100 Hz et C1, filtre les perturbations impulsionnelles. La polarité est ainsi toujours positive par rapport à la masse de référence.

Si le circuit fonctionne en partant d'une tension alternative, aux extrémités du condensateur il y a une différence de potentiel égale à 1,4142 fois la valeur efficace de la composante d'entrée, diminuée de la chute de tension dans les jonctions des diodes (environ de 1,2 V). Par conséquent, si nous relions à SK1 et à SK2 le secondaire d'un transformateur de 9 V, on aura environ une tension de 11,4 V redressée.

Si en revanche on alimente le circuit en continu, on aura aux extrémités de C1 et C6 la tension d'entrée diminuée de cette seule et même chute de tension dans les jonctions des deux diodes du pont ; par exemple, en partant de 12 Vcc on obtient 10,8 V.

La tension filtrée par les condensateurs en aval du pont D1 à D4 prend deux chemins : d'une part elle alimente l'étage de commutation qui pilote les LED à haute luminosité ; de l'autre elle entre dans un régulateur linéaire (VR1) 78L05, lequel donne un 5 V bien stabilisé, utilisé pour alimenter l'opérationnel et pour lui fournir la tension de référence de 0,34 V. Cette tension est obtenue au moyen du pont diviseur R1/R2 et elle est fondamentale pour le fonctionnement du convertisseur DC/DC.

Ce dernier est constitué par l'opérationnel IC1b (monté en comparateur non-inverseur), par le pilote de courant à symétrie complémentaire formé de T2 et T3 et par le final de commutation T1. Le tout constitue un convertisseur DC/DC à rétroaction dont l'utilisateur (de une à quatre LED à haute luminosité) fait partie. De par sa construction, ce convertisseur permet un maximum d'économie d'énergie, car s'il n'est pas chargé il ne consomme pratiquement rien !

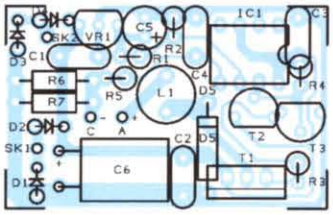


Figure 2a : Schéma d'implantation des composants du pilote pour LED à haute luminosité.

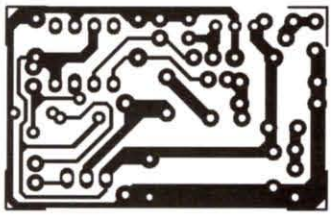


Figure 2b : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du pilote pour LED à haute luminosité, côté soudures.

Liste des composants EV8071

R1 ..... 30 k 1%
R2 ..... 2,2 k 1%
R3 100
R4 ..... 1 k
R5 ..... 2,2 k 1%
R6 ..... 1 k 0,6 W
R7 ..... 1 k 0,6 W
C1..... 100 nF multicouche
C2..... 100 nF multicouche
C3..... 100 nF multicouche
C4..... 68 pF céramique
C5..... 10 µF 35 V électrolytique
C6..... 470 µF 25 V électrolytique
L1..... self 330 µH 1 A
D1 ..... 1N4007
D2 ..... 1N4007
D3 ..... 1N4007
D4 ..... 1N4007
D5 ..... SB130
T1..... IRF9520
T2..... BC547
T3..... BC557
U1..... LM393

Divers :

1 support 2 x 4 broches
1 petit boîtier plastique de protection ?

Sauf spécification contraire, toutes les résistances sont des 1/4 W à 5 %.

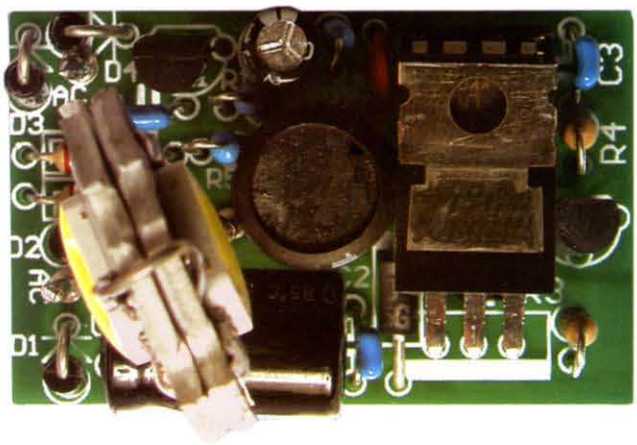


Figure 3 : Photo d'un des prototypes de la platine du pilote pour LED à haute luminosité.

En effet, au repos les 340 millivolts appliqués à l'entrée inverseuse (broche 6) suffisent pour maintenir la sortie (broche 7) au niveau logique bas (environ 0 V), ce qui laisse T2 bloqué mais sature T3 ; T1 est un MOSFET canal P, sa grille, négative par rapport à la source grâce à la saturation de T3, entre en conduction. Toutefois rien ne se passe dans le circuit de sortie, parce qu'en l'absence de charge aucun courant ne circule dans T1.

Si on relie une résistance, ou bien une ou plusieurs LED, aux contacts A (+) et C (–), on ferme le circuit de sortie et du courant peut circuler dans la self ; plus exactement L1, étant donné son rôle inertiel par rapport au courant, commence par s'opposer au passage puis, en vertu de la loi de Lenz, elle se laisse traverser jusqu'à se charger sous l'effet de l'énergie consommée. Avec le temps, la chute de tension à ses extrémités faiblit puis s'annule jusqu'à répondre à la relation :

Vl = – L (di : dt).

En d'autres termes, la chute de tension sur la self est égale au produit de la valeur d'inductance par la dérivée du courant qui la traverse, divisé par la dérivée du temps écoulé depuis l'application de la tension au circuit d'alimentation. Tout ceci pour dire que, après un bref délai, aux extrémités de R6/R7 une chute de tension se produit et elle est due au courant croissant qui traverse la self et les LED ; plus le temps passe et plus le potentiel reporté à l'entrée non inverseuse du comparateur croît, jusqu'à ce qu'il dépasse les 340 mV de la référence appliquée broche 6. IC1b commute alors l'état logique de sa sortie, laquelle passe au niveau logique haut (environ 5 V) ; sous l'effet de quoi T3 se bloque et T2 conduit, ce qui met sur la graille du MOSFET pratiquement la même tension que celle présente an aval du pont de diodes, soit un potentiel semblable à celui de la source. Dans ces conditions T1 se bloque et cesse d'envoyer du courant dans la self. Mais cette dernière, de par son caractère inertiel justement, tend à produire une tension inverse (de valeur même plus élevée que celle de la composante qui l'a chargée, soit +V) qui maintient le flux dans la charge ; avec la diode Schottky D5, L1 n'a plus d'obstacle, parce que nous lui permettons de libérer maintenant l'énergie qu'elle a emmagasinée lorsqu'elle était alimentée par le MOSFET. La self cède donc à la charge connectée entre A et C ce qu'elle a accumulé précédemment. Cette énergie s'épuise et le courant de sortie baisse graduellement, tout comme la différence de potentiel aux extrémités de R6/R7 ; à un certain point, le potentiel appliqué à la broche 5 tombe en dessous du seuil correspondant à la référence donnée à l'entrée inverseuse , par conséquent l'opérationnel remet au niveau logique bas sa sortie. Maintenant T2 se bloque et T3 se remet à conduire et à polariser la grille du MOSFET avec un potentiel moindre que celui de la grille ; T1 conduit et donne une nouvelle impulsion de courant à la self, laquelle peut à nouveau se charger.

Après le moment initial où elle absorbe toute la tension fournie par le MOSFET, la self fait s'écouler le courant dans la charge et donc la différence de potentiel aux extrémités de R6/R7 recommence à croître ; on l'a vu, lorsque la broche 5 de l'amplificateur opérationnel devient positive par rapport à la 6, la broche 7 de IC1 passe à nouveau à l'état logique haut, T2 est saturé et T3 se bloque, ainsi que par conséquent le MOSFET. Une fois encore T1 cesse de conduire et la self cède son énergie à la charge en se déchargeant à travers la Schottky D5.

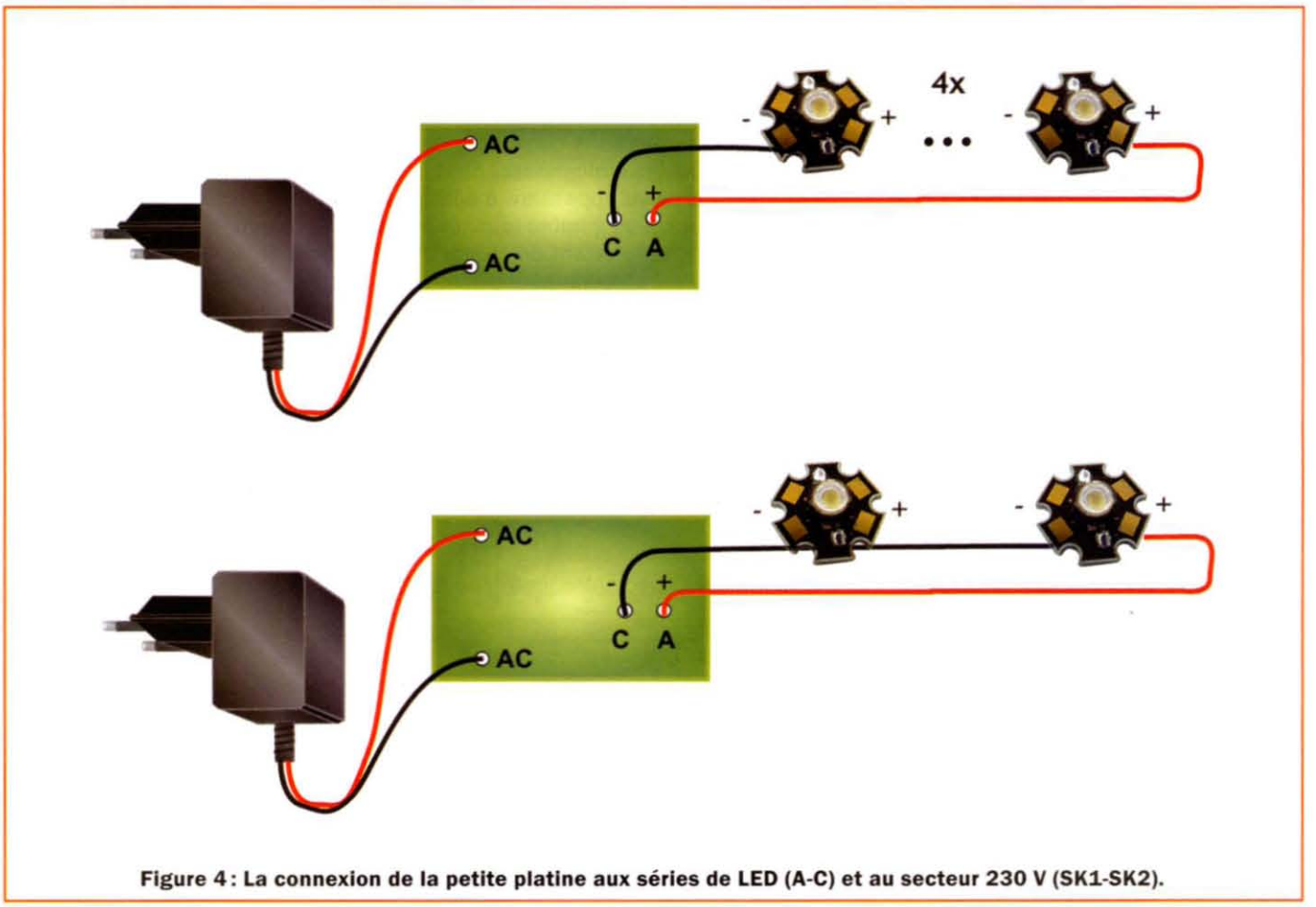


Figure 4 : La connexion de la petite platine aux séries de LED (A-C) et au secteur 230 V (SK1-SK2).

On assiste donc à un phénomène cyclique qui fait alterner des phases de conduction du MOSFET et d'alimentation de la self L1 ; un signal carré se produit entre les contacts A et C et à la sortie du comparateur IC1b. La fréquence du cycle dépend du temps écoulé à partir du moment où la tension de rétroaction (celle reportée à la broche 5 de l'opérationnel) devient supérieure à celle de référence (appliquée à la broche 6 de IC1b) sous l'effet du courant débité par le MOSFET quand il redevient inférieur (lors des phases de décharge de la self) ; comme le temps de charge et de décharge de la self est déterminé par la constante de temps du circuit LR (self/charge), on peut dire qu'il est inversement proportionnel au courant fourni aux LED. En effet, la constante de temps est donnée par le rapport L/R et R (résistance de charge) est d'autant plus faible que le courant consommé est plus fort.

Notre convertisseur DC/DC est donc du type à fréquence variable. Notez qu'étant donné que le comparateur fonctionne sans aucun hystérésis, afin d'éviter d'avoir des commutations trop fréquentes chaque fois que la tension de rétroaction se déplace autour de celle de référence, on a inséré dans le circuit un filtre R/C formé de R5 et C4, dont la fonction est de retarder la commutation : en effet, quand au moment de la charge de la self la tension aux extrémités de R6/R7 descend sous le niveau minimum, la broche 5 de IC1b s'en aperçoit avec un certain retard, retard fort utile pour que C4 se charge suffisamment.

Au moment où L1 se décharge, le condensateur retarde légèrement la commutation du comparateur, car il prend le potentiel correspondant au retour en conduction du MOSFET avec un certain retard par rapport au moment où la tension aux extrémités de R6/R7 passe à moins de 0,34 V.

Nous avons dimensionné le convertisseur pour qu'il puisse fournir une puissance totale de 6 W ; il pourra ainsi piloter deux LED à haut rendement de 3 W chacune ou quatre de 1 W chacune ; dans tous les cas, les LED doivent être montées en série, comme le montre la figure 4. Le convertisseur DC/DC s'adapte automatiquement au type de charge : sa tension de sortie s'élève si les LED sont plus de deux et elle diminue si les LED sont au nombre d'une ou de deux. Ceci parce que la caractéristique des convertisseurs à charge inductive est de travailler sur la puissance : ils accumulent et cèdent ce dont on a besoin, sans trop de regard à la tension ; en effet, la self qui se décharge développe une tension inverse bien supérieure à celle qui l'a chargée. Il s'ensuit que quand le courant consommé par la charge est faible, la durée des impulsions de charge est plus brève, de sorte que la tension cédée à la sortie, entendue comme valeur moyenne, est la même que celle que l'on a quand la charge demande beaucoup de courant ; ceci parce que, dans ce cas, les périodes de charge et de décharge augmentent.

Le régulateur DC/DC à charge inductive travaille donc sur l'énergie emmagasinée dans la self et non exclusivement sur la tension ou sur le courant. En jouant ainsi sur la puissance, l'alimentation à commutation a un rendement élevé, nettement supérieur à celui qu'on obtient avec un régulateur linéaire série ou parallèle, lequel fait chuter sur lui la tension qui ne doit pas aller à la charge.

L'alimentation à commutation à charge inductive réduit simplement l'énergie cédée et ses faibles pertes ne sont imputables qu'à la dissipation du MOSFET qui charge la self (quelques dizaines de milliwatts) et à celle de la diode Schottky lors du bref passage

Figure 5 : Les LED à haute luminosité.

Ces derniers temps le thème de l'économie d'énergie s'est fait de plus en plus présent, notamment dans le domaine de l'éclairage et bien des investissements ont eu lieu dans ce secteur des plus porteurs : on a cherché à remplacer les ampoules à incandescence (à filament) ou fluorescentes (au néon). Récemment, on a vu apparaître à côté des spots constitués d'une multitude de LED traditionnelles à haute luminosité de 3 et 5 mm, des LED spéciales de forte puissance permettant de construire des spots et des lampes capables de remplacer les traditionnels ; ce sont des composants qui, sous une coupole de résine transparente, contiennent plusieurs jonctions photo émettrices, soit plusieurs LED connectées en parallèle et dont on extériorise une cathode et une anode. Ces LED spéciales sont en mesure de produire une intensité lumineuse très élevée mais réclament un courant lui aussi (mais relativement) élevé et dissipent une puissance assez conséquente ; c'est pourquoi, afin de dissiper cette chaleur, on les dote d'un support en céramique fixé à une plaque d'aluminium. Le type que nous avons utilisé pour le piloter par cette petite alimentation à découpage DC/DC spécifique doit fonctionner appuyé à un dissipateur de chaleur, avec entre les deux (le spot et le dissipateur) une couche de pâte au silicone ; la résistance thermique du dissipateur est calculée en considérant que la température des jonctions doit rester en dessous de 150 °C. La photo de première page de cet article ne montre pas ce dissipateur.

Les caractéristiques des LED de forte puissance utilisées avec notre prototype sont les suivantes (version à 3 W) :

- **Puissance** ..... 4 W
- **Tension directe** ..... 3,2 V
- **Courant consommé (@ 3,2 V)** ..... 700 à 1 000 mA
- **Angle d'émission** ..... 90 °
- **Intensité lumineuse** ..... 120 lumen
- **Couleur** ..... blanche (6 000 °K)
- **Résistance thermique (jc)** ..... 17 °C/W

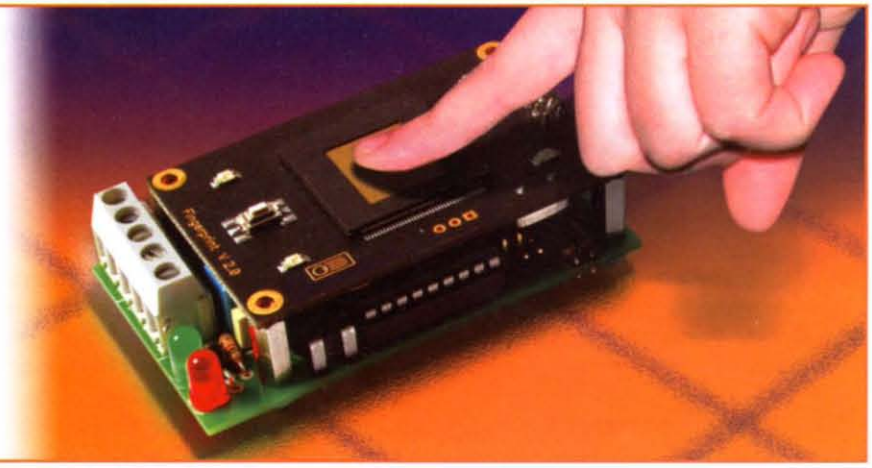
Supposons que la température ambiante soit au maximum de 40 °C, la différence de température monte à 110 °C ; comme on doit dissiper 4 W, la résistance thermique complexe ne doit pas dépasser 27,5 °C/W. Comme la résistance thermique entre jonction et boîtier est de 17 °C/W, en supposant que celle de contact entre la partie métallique de la LED et le dissipateur s'élève à 1 °C/W, on peut calculer la résistance thermique du dissipateur :
RTHdiss = (27,5 – 17 – 1) °C/W = 9,5 °C/W.
Structurellement, les LED de forte puissance se présentent sous la forme d'un hexagone ou d'une sorte de pignon à six dents rectangulaires ; chaque extrémité porte un contact, afin de permettre la réalisation de structures constituées de plusieurs composants combinés en étoile ; trois contacts correspondent à la cathode et trois à l'anode.

Un ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales

Ce lecteur d'empreintes digitales "stand-alone" (autonome) utilise un module biométrique capable d'acquérir et de reconnaître jusqu'à 500 empreintes mémorisées dans une SDRAM. Il dispose d'une sortie à relais avec laquelle commander toute sorte de systèmes, d'appareils, lorsque la reconnaissance a eu lieu.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- Tension d'alimentation : 12 à 15 V ;
- Courant consommé : 400 mA ;
- Empreintes mémorisables : 500 ;
- Sortie à relais : monostable et impulsionnel ;
- Durée d'activation en impulsionnel : 1 à 30 s.



Après une éclipse un peu longue (allez savoir pourquoi), nous revoilà sur les rives sinueuses de la biométrie, en particulier de la reconnaissance des empreintes digitales. Ces empreintes sont certainement le paramètre biométrique le plus ancien utilisé.

Notre réalisation

Le circuit que nous avons conçu fonctionne de manière autonome (soit en mode "stand-alone", tout seul). Il est monté sur un petit circuit imprimé que nous appellerons la platine de base ET661 et c'est sur cette platine que vient prendre place le module Fingerprint, comme le montre la photo de début d'article. Dans ce mode, il est alimenté par la platine de base qui elle-même s'interface avec des utilisateurs externes, comme une serrure électrique. Mais il peut également fonctionner couplé à un ordinateur ou à des microcontrôleurs au moyen du port série dont on dispose (soit en mode "host", hôte).

Le module est à capteur capacitif (256 x 300 cellules) avec une surface sensible de 1,28 x 1,5 centimètres et une résolution de 500 dpi (50 micromètres); la surface du lecteur est protégée par une vitre, ce qui permet de la nettoyer avec n'importe quel détergent.

Le lecteur et toutes les fonctions d'acquisition et de reconnaissance sont gérées par un microcontrôleur Fujitsu série FR, basé sur une architecture RISC à 32 bits, accompagnée d'une SDRAM de 4 Mo et d'une Flash EPROM de 2 Mo (dédiée au système de codage).

Le module peut fonctionner de manière autonome: il est alors alimenté en 3,3 Vcc et se sert de son unique poussoir pour effectuer les procédures d'apprentissage. Toutefois, on a prévu de le faire travailler éventuellement couplé à d'autres, ils communiquent alors par leur port série intégré à niveau compatible TTL 0/3,3 V: on accède à toutes les fonctions par ce port série, gestion des quatre LED situées en face avant (où se trouve la fenêtre du lecteur) comprise.

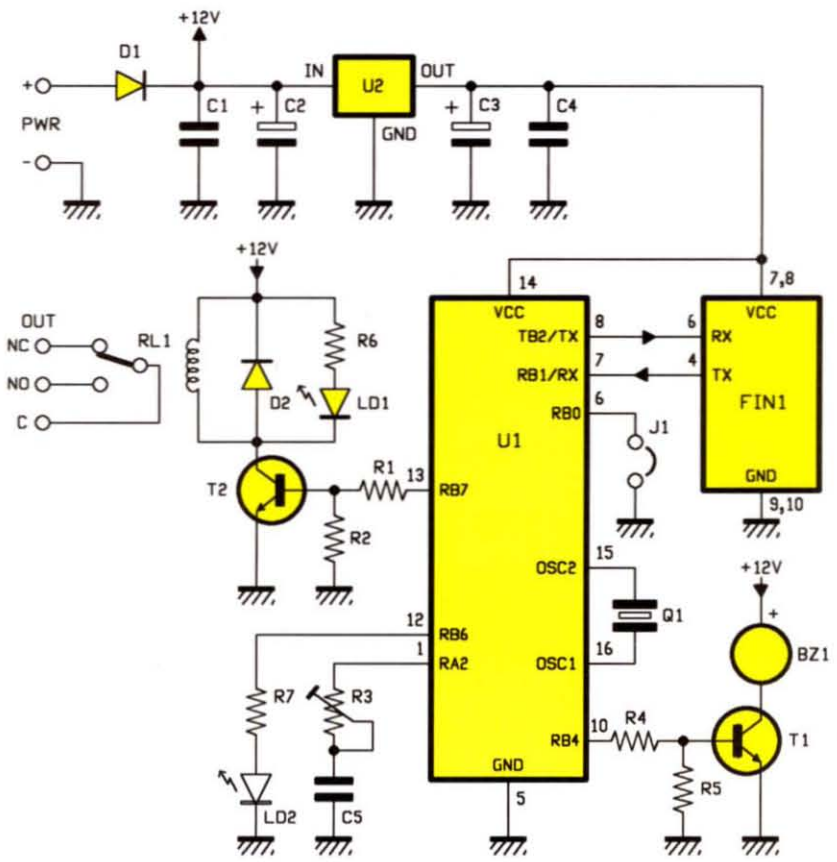


Figure 1: Schéma électrique de l'ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales.

Les deux sorties compatibles TTL (0/3,3 V) autonomes dont le module est pourvu sont également gérable par ce port série.

Le schéma électrique

Le dispositif que nous vous proposons est une sorte d'interface qui dialogue avec le module de reconnaissance des empreintes digitales, lui fournit le 3,3 V stabilisé nécessaire au fonctionnement correct et pilote un relais et un buzzer. Tout cela est géré par un microcontrôleur Microchip PIC16F628A déjà programmé en usine pour une communication série à travers son UART (cf lignes RB1/RX et RB2/TX) avec le port série compatible TTL du lecteur; le PC peut alors interagir avec le reconnaisseur durant les phases de mémorisation et d'acquisition des données concernant les empreintes digitales.

Commençons l'analyse du schéma électrique de la figure 1 par la section d'alimentation: une tension continue de 12 à 15 V est appliquée aux points + et - PWR; D1 protège le circuit contre toute inversion accidentelle de la polarité et C1-C2 servent à filtrer la tension d'éventuelles perturbations RF et autres résidus d'alternatif. Tout cela pour obtenir, en aval du régulateur U2 (un LD1086-3.3), une composante continue de 3,3 V, filtrée encore par C3 et C4 afin de garantir un fonctionnement optimal du module de reconnaissance biométrique FIN1. Le microcontrôleur U1 est également alimenté par ce 3,3 V; relais et buzzer le sont, eux, avec la tension prélevée en aval de D1.

Le micro fonctionne avec une horloge de 20 MHz, fréquence déterminée par un quartz de même valeur monté entre les broches 15 et 16; notez la configuration atypique, sans condensateurs externes: ce dont on a besoin se trouve en effet déjà à l'intérieur du PIC. Après le démarrage avec réinitialisation ("power-on-reset"), le programme résident procède donc à l'initialisation des lignes d'E/S du microcontrôleur: RB4, RB6 et RB7 comme sorties pour le contrôle, respectivement, du buzzer, de LD2 et du relais; puis RB0 comme entrée pour la lecture du cavalier J1 et RA2 comme ligne bidirectionnelle, utilisée pour la lecture de la constante de temps de charge et décharge de C5. Enfin, il consacre RB2 à la ligne TX et RB1 à la RX de l'UART interne.

Le mode de lecture du trimmer R3, dont la valeur détermine la durée d'activation du relais RL1 chaque fois que le micro le sollicite de manière impulsionnelle, est particulièrement intéressant: pour connaître la résistance qu'il prend, le programme de gestion fait charger et décharger C5 en appliquant à la ligne RA2 une impulsion à 3,3 V, puis en connectant intérieurement la broche 1 au convertisseur A/N dont le PIC16F628A est pourvu et en faisant se décharger C5 avec un temporisateur ("timer") dûment paramétré; il lit le délai mis par la tension sur RA2 pour descendre d'une valeur de référence à une autre, en calculant la constante de temps correspondante. Sachant que la constante de temps d'un réseau RC est égale au produit de la résistance par la capacité et connaissant la capacité de C5, il est facile de trouver la résistance du trimmer.

En mode monostable, l'intervalle d'activation de RL1 peut aller de 1 (trimmer court-circuité) à 30 secondes (trimmer

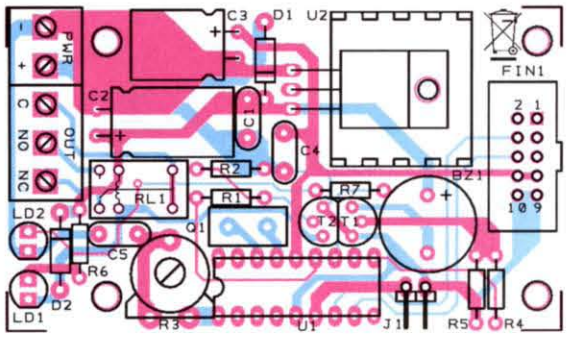


Figure 2a : Schéma d'implantation des composants de l'ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales.

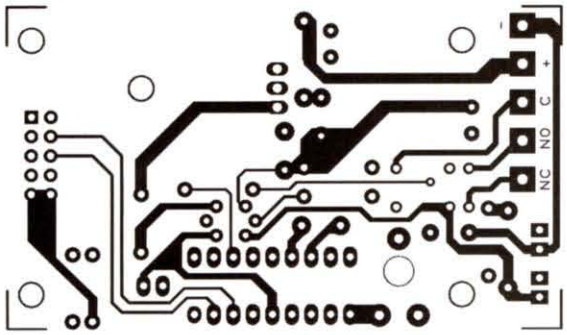


Figure 2b-1 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales, côté soudures.

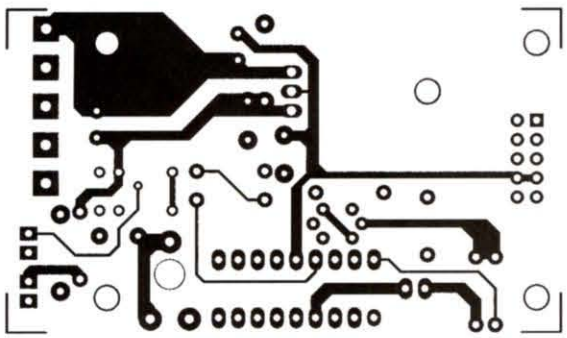


Figure 2b-2 : Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales, côté composants.

presque entièrement tourné dans le sens horaire). Avec R3 entièrement tourné dans le sens horaire, le relais est géré en mode bistable, à chaque reconnaissance d'une empreinte le lecteur inverse sa condition.

Quand les E/S ont été initialisées et le trimmer lu, le programme principal de gestion du système commence à tourner : il lit cycliquement la ligne RX du module FIN1 pour vérifier qu'une comparaison ou bien une mémorisation d'empreinte a lieu. Cycliquement encore, le trimmer est lu, afin de détecter d'éventuels changements dans le paramétrage, ainsi que la broche RB0 correspondant au cavalier J1.

Pour comprendre comment fonctionne l'ensemble, il faut savoir que le module biométrique travaille de manière autonome, sans support externe d'aucune sorte (ordinateur ou autre ...).

Liste des composants ET661

R1..... 4,7 k
R2..... 10 k
R3..... 470 k trimmer
R4..... 4,7
R5..... 10 k
R6..... 1 k
R7..... 330
C1..... 100 nF multicouche
C2..... 470 µF 25 V électrolytique
C3..... 470 µF 16 V électrolytique
C4..... 100 nF multicouche
C5..... 220 nF 63 V polyester
D1 ..... 1N4007
D2 ..... 1N4007
LD1.... LED 5 mm rouge
LD2.... LED 5 mm verte
T1 ..... BC547
T2 ..... BC557
U1..... PIC16F628A-EF661 déjà programmé en usine
U2..... LD1086-3.3
Q1..... quartz 20 MHz
BZ1.... buzzer avec électronique
FIN1 .. module Finger FPS
RL1.... relais 12 V 1 contact

Divers :

1 support 2 x 9 broches pour U1
1 bornier 2 pôles pour PWR
1 bornier 3 pôles pour les sorties relais
1 barrette mâle 90° 2 broches J1
1 cavalier J1 (court-circuit femelle)
2 barrettes femelles 5 pôles pour FIN1 à monter sur la platine de base
2 barrettes mâles 5 pôles à monter à l'envers de FIN1
1 dissipateur pour U2
1 boulon 3MA pour U2
1 petit boîtier plastique de protection ?

Sauf spécification contraire, toutes les résistances sont des 1/4 W à 5 %.

Après avoir été mis sous tension, il exécute un auto test durant lequel il allume une après l'autre et dans le sens antihoraire ses quatre LED CMS qui encadrent la fenêtre de lecture, ce sont (dans le sens antihoraire, répétons-le et en partant de l'angle en haut à gauche, au dessus du poussoir, cf figure 4) : LD1, LD2, LD3, LD4.

Puis il consulte le microcontrôleur pour savoir s'il doit effectuer une comparaison ou bien une mémorisation ; le micro tire cette information de la lecture de J1 (fermé pour acquisition/mémorisation ou bien ouvert pour reconnaissance/comparaison).

Les procédures opératoires

En mode "reconnaisseur" (cavalier J1 ouvert), le dispositif attend qu'un doigt soit appuyé sur la surface sensible de la fenêtre; il le confirme en allumant sa LD1 (verte) puis, en une seconde, il compare l'acquisition avec les empreintes déjà mémorisées et il envoie un signal lumineux dépendant du résultat de la comparaison: si l'empreinte n'est pas reconnue, il allume LD4 (rouge) et puis l'éteint ainsi que LD1 (verte). Si en revanche elle l'est parce que l'empreinte est une de celles déjà mémorisées, il allume LD1 (verte) et aussi LD2 (rouge), puis il les éteint toutes les deux. Chaque fois le module communique au microcontrôleur U1 le résultat de l'opération de comparaison, au moyen du port série; le micro peut ainsi agir selon deux modes: si l'empreinte lue est une de celles déjà apprises, il met au niveau logique haut la ligne RB7, ce qui sature le transistor T2 et fait coller le relais tout en allumant LD1 (verte), laquelle est en parallèle avec la bobine de RL1.

Le relais retourne au repos quand le PIC remet RB7 au zéro logique, soit après que le délai défini par la valeur résistive du trimmer R3 soit écoulé. En même temps que le relais colle, le buzzer sonne, mais pendant une durée plus brève (1/2 seconde), au moyen d'une impulsion au niveau logique haut sur la ligne RB4 et par conséquent la polarisation du NPN T1.Si l'empreinte n'est pas reconnue, rien de tout cela ne se produit.

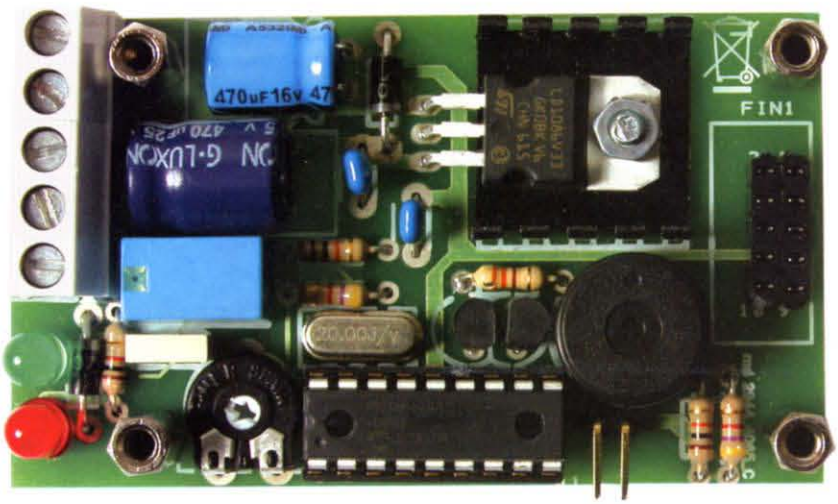


Figure 3: Photo d'un des prototypes de la platine de l'ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales.

Ce qu'on vient de voir concerne exclusivement le fonctionnement impulsionnel de la sortie; en mode bistable (obtenu en mettant R3 à fond vers la droite, dans le sens horaire quand il est vu de dessus), chaque fois qu'une empreinte est reconnue, RL1 change d'état et le maintient tant qu'une comparaison valide n'a pas lieu à nouveau.

Logiciel WinECAD

Simulateur SPICE Analogique et Mixte

planetelabo.com

Avec la version 3.5, WinECAD s'introduit dans le monde des instruments virtuels utilisés en simulation. Une refonte de l'analyse paramétrique, un nouveau moteur graphique temps réel, la compatibilité vista, les vues tabulées constituent les attractions de cette nouvelle version. WinECAD reste un excellent compromis performance/prix sur le marché de la simulation en mode mixte analogique/digital des logiciels en français sur PC.

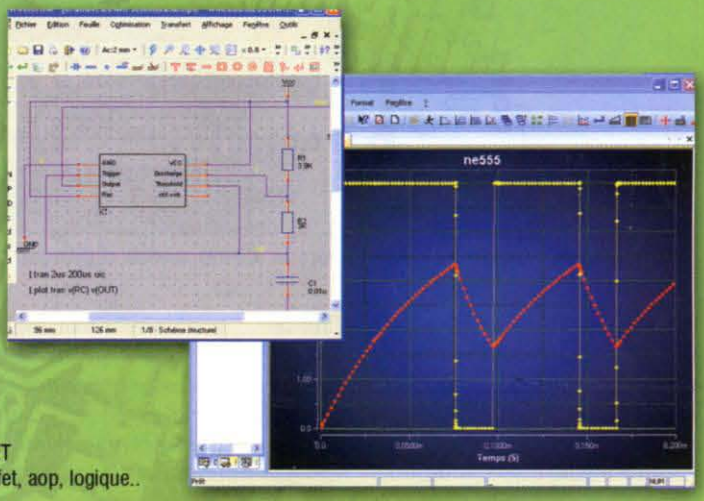
Caractéristiques globales

Nouveautés :

- Compatibilité Windows VISTA
- Instruments virtuels (Oscilloscope Ampèremètre voltmètre ...)
- Vues tabulées.
- Nouveau moteur graphique.
- Analyse paramétrique (.STEP) à deux niveaux de boucles

Aussi dans les versions antérieures :

- Moteur de simulation analogique et mode mixte de type SPICE
- Compatibilité avec le standard industriel SPICE3/XSPICE :
- Environnement de simulation complet comprenant éditeur de texte, paramétrage des simulations, visualisation graphique des résultats.
- 11 analyses de base, 30 types de modèles de composants analogiques : 6 modèles BSIM(submicronique), 4 autres MOS (niveaux 1,2 ,3 et 6) et 2 FET
- Une large bibliothèque de modèles en base de données. : bipolaires, mos, jfet, aop, logique..



MICRELEC

4, place Abel Leblanc - 77120 Coulommiers

tel : 01 64 65 04 50 - Fax : 01 64 03 41 47

www.micrelec.fr/winecad

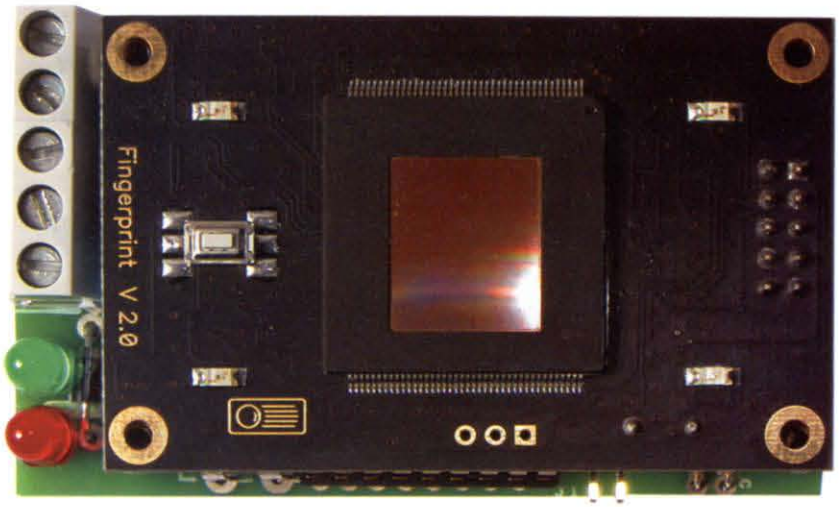


Figure 4 : Le module Fingerprint V 2.0 (disponible auprès de nos annonceurs).

Signalons à ce propos que l'inversion de la condition du relais s'obtient aussi lorsqu'une empreinte valide est reconnue, même si elle est différente de celle ayant fait coller le relais.

Par exemple, imaginons que le système ait mémorisé l'empreinte de l'index et du majeur de la main droite d'une personne donnée et que, après l'allumage, on ait comparé et reconnu celle de l'index ; le relais est donc activé.

Peu après l'appareil lit l'empreinte du majeur de cette même main droite : elle est reconnue aussi et RL1 change d'état et donc retourne au repos.

Le même raisonnement est applicable pour des personnes différentes : si leurs empreintes sont connues, le relais est actionné.

La mémorisation des empreintes

Pour mémoriser les empreintes digitales, il faut fermer le cavalier J1 présent sur la platine de base ET661 ; LD3 s'allume et on doit alors poser le doigt sur la surface sensible de la fenêtre du lecteur puis attendre le signal indiquant que la mémorisation a bien eu lieu (LD1 et LD2 s'allument) ; grâce à la communication série instaurée avec le microcontrôleur U1, le buzzer BZ1 sonne pendant 1/2 seconde. Quand l'empreinte est mémorisée, il faut rouvrir J1 (ôter le court-circuit) et vérifier que les LED du module biométrique s'éteignent toutes. Le module de reconnaissance gère de manière autonome les données des empreintes digitales, qu'il mémorise dans une SDRAM de 4 Go (elle peut en contenir 500 !).

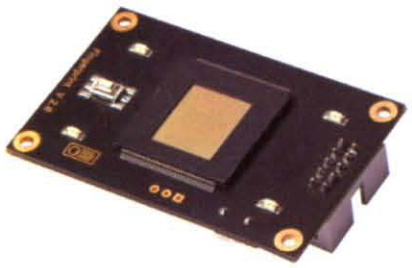
Effacer les empreintes

Il est possible d'effacer les empreintes mémorisées, une ou toutes ; dans le premier cas (en effacer une seule), il faut alimenter le circuit après avoir fermé le cavalier J1 (mis le court-circuit en place). On met sous tension et après six éclairs de la LED verte de la platine de base et le tour antihoraire des quatre LED du module biométrique ; sur ce dernier LD3 et LD4 (rouges toutes les deux) doivent rester allumées. La personne intéressée doit alors poser le doigt dont on veut effacer l'empreinte sur la surface sensible de la fenêtre, exactement dans la même position que celle utilisée pour la mémorisation ; si le module biométrique reconnaît l'empreinte et l'efface de la mémoire, il allume LD2 et, pour signaler au microcontrôleur que l'effacement a bien eu lieu, il fait sonner le buzzer pendant 1/2 seconde.

Quand la suppression de l'empreinte a eu lieu, si vous devez en éliminer une autre, vous devez appuyer le doigt correspondant sur la surface sensible de la fenêtre et ainsi de suite autant de fois que nécessaire. Quand ces opérations sont achevées, pour revenir au mode d'utilisation normale (mode reconnaissance), il n'est pas nécessaire d'éteindre et de rallumer l'appareil : il suffit d'ouvrir à nouveau le cavalier J1 (enlever le court-circuit) ; à l'instant LD3 et LD4 s'éteignent.

Quant à l'effacement total, on l'obtient en fermant ce même J1 (en mettant le court-circuit en place) et en pressant le poussoir (situé à gauche de la face avant du module) avant de mettre l'appareil sous tension ; quand on l'alimente, il faut attendre que les

Figure 5 : Le lecteur biométrique.



Le lecteur que nous avons choisi est un module biométrique complet basé sur un capteur capacitif à haute résolution et géré par un microcontrôleur Fujitsu série FR 32 bits à architecture RISC. Ses dimensions sont réduites mais ses prestations sont de haut niveau.

Voici ses caractéristiques principales :

- surface utile du lecteur : 12,8 x 15 mm ;
- résolution du lecteur : 500 dpi ;
- array du lecteur : 256 x 300 ;
- 4 Mo de mémoire SDRAM ;
- 2 Mo de Flash EPROM ;
- port série : compatible TTL 0/3,3 V ;
- 2 sorties compatibles TTL autonomes 0/3,3 V contrôlables à partir du port série ;
- durée moyenne de vérification d'une empreinte : moins d'une seconde.

Le module biométrique est doté de dix broches pour réaliser la communication avec le dispositif avec lequel il communique ; pour nous ici, il s'agit d'un connecteur à dix broches sur deux rangées au pas de 2,54 mm.

quatre LED du module biométrique s'allument ensemble. Ceci confirme l'effacement total de la mémoire ; on relâche alors le poussoir et les LED s'éteignent. Après cet effacement total, le système passe automatiquement au mode d'apprentissage (mis en évidence par l'allumage de la LD3 du module).

Le relais de la platine de base peut être utilisé pour commander une serrure électrique ou n'importe quel autre électromécanisme d'ouverture de tourniquet, de portillon, etc., mais encore tout appareil électronique devant pour fonctionner obtenir l'accord d'une personne habilitée. Il peut servir aussi à désactiver une installation d'alarme quand l'empreinte est reconnue comme appartenant à une des personnes habilitées à accéder à un local protégé. Dans tous les cas, on peut faire passer dans le contact du relais un courant n'excédant pas 1 A, le relais pouvant supporter une tension continue ne dépassant pas 300 V (et 230 V en alternatif).

La réalisation pratique

Ce montage est accessible à un débutant. La petite platine de cet ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales ET661 est constituée d'un petit circuit imprimé double face à trous métallisés dont les figures 2b-1 et 2 donnent les dessins à l'échelle 1:1. Réalisez-le et faites quatre trous de 3 mm aux angles plus un cinquième pour actionner le potentiomètre R3.

Ensuite, montez tous les composants, comme le montrent les figures 2a et 3. Montez tout d'abord le support du PIC U1, le cavalier J1 et le connecteur à dix pôles (constitué de deux barrettes femelles à 5 pôles disposées sur deux lignes) du module FIN1, puis vérifiez bien ces premières soudures (ni court-circuit entre pistes ou pastilles ni soudure froide collée). N'insérez pas le PIC maintenant et encore moins le module.

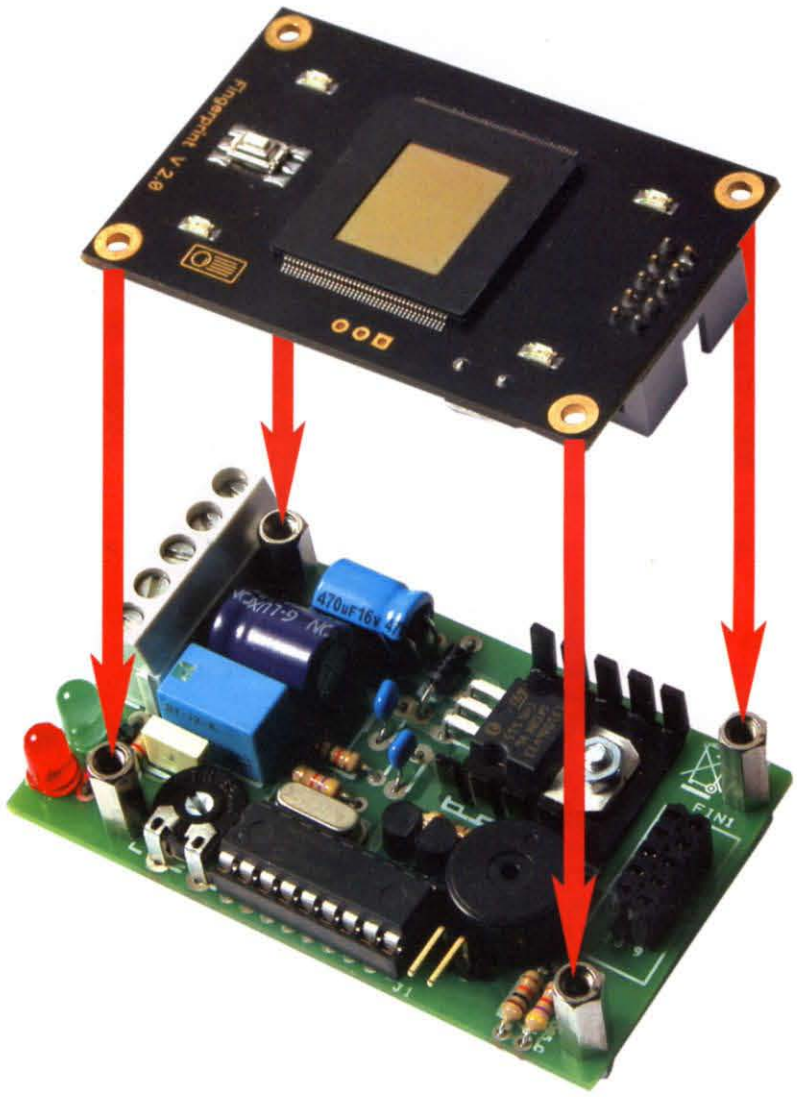
Montez tous les composants : les résistances, les deux diodes (orientez leurs bagues dans le bon sens, D1 vers C1 et D2 vers les borniers), les deux LED (méplats de cathode vers le bas), les condensateurs (attention à la polarité des deux électrolytiques, montés couchés), les transistors T1 et T2 (en boîtier demi lune, orientez leurs méplats dans le bon sens, soit face à face), le quartz Q1 (debout), le trimmer R3, le relais RL1, le buzzer et enfin le régulateur U2 (en boîtier TO220 monté couché dans un dissipateur de 15 °C/W de Rth et fixé au ci par sa semelle métallique au moyen du boulon 3MA). Il ne vous reste qu'à monter les deux borniers à deux et trois pôles.

Encore une fois, attention aux éléments polarisés : les diodes, les LED, les électrolytiques, le régulateur, les transistors et enfin le circuit intégré (installez-le maintenant, repère-détrompeur en U vers R3).

Après de multiples vérifications (car il va occulter la petite platine), vous insèrerez le module FIN1 (doté sur son envers de deux rangées de barrette mâle à 5 pôles) dans son support à dix pôles (constitué de deux rangées de barrette femelle à 5 pôles) : comme le montre la figure 6, ce module est en outre fixé mécaniquement à la platine de base au moyen de quatre entretoises hexagonales à vis et écrous de 15 mm au moins.

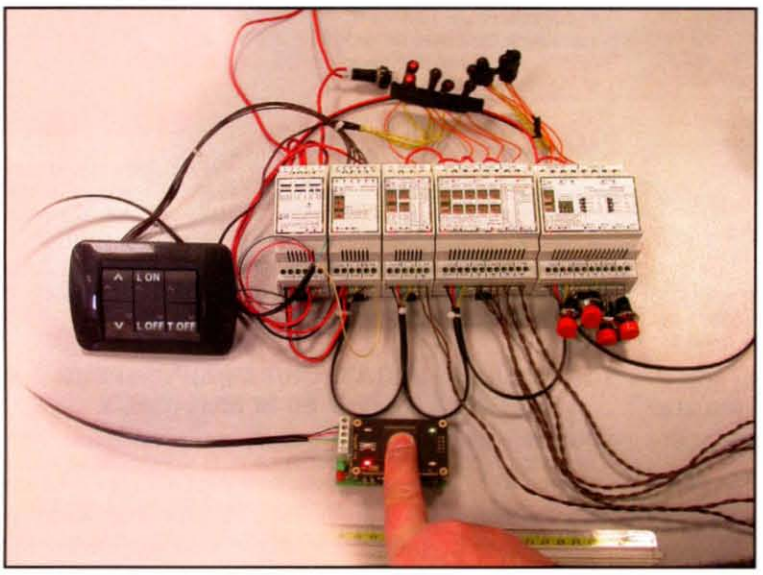
Câblez le bornier à trois pôles (sortie relais) en fonction de vos attentes (en principe à la gâche électrique de la porte à contrôler). Pour alimenter l'ensemble, branchez une petite alimentation bloc secteur 230 V fournissant une tension continue entre 12 et 15 V (pour une consommation d'au moins 450 mA) au bornier + et – PWR.

Figure 6 : Assemblage du module Fingerprint et de la platine ET661.



Le module lecteur d'empreintes digitales Fingerprint doit être monté sur la platine de base ET661 (celle que vous devez réaliser vous-même) et fixé au moyen de quatre entretoises hexagonales d'au moins 1,5 cm de hauteur. La connexion électrique peut être réalisée au moyen d'un connecteur à 10 pôles au pas de 2,54 mm placé sous le module et de deux rangées de barrettes au pas de 2,54 mm soudées sur la platine de base, comme le montre la figure.

Figure 7 : Une nouvelle synergie*, entre Fingerprint et Velbus cette fois (voir notre cours de Domotique).



"Il était une fois une serrure complètement manuelle. Elle permettait d'ouvrir la porte quand elle reconnaissait sa clé et, arrivée à la fin de sa journée de labeur, elle pouvait en être satisfaite car elle avait donné le meilleur d'elle-même pour mener à bien la tâche qui lui avait été confiée. Mais une frénétique révolution technologique la menaçait en planant sur elle comme sur toutes les autres pauvres serrures de la terre entière, à tel point qu'aucune ne se sentait plus vraiment indispensable ..."

Voici l'incipit d'un beau conte, non ? De quoi endormir les gamins excités par les infernaux jeux vidéo ! Dans la réalité, c'est bien ainsi pourtant que les choses se passent ou se passeront un jour (oh bien sûr au Népal pas tout de suite mais à Dubaï ...). Nous assistons aujourd'hui à un effet de synergie* entre la biométrie et la domotique. Un lecteur d'empreintes digitales comme celui que nous vous proposons de construire sur la base du module Fingerprint peut travailler de manière autonome pour activer n'importe quel dispositif électrique avec commande à poussoir. Or un appareil capable de reconnaître une personne au moyen de son empreinte digitale représente une grande source d'informations et quel gaspillage technologique ce serait que de le reléguer au rôle subalterne d'ouvre porte !

En revanche, il serait un composant actif de premier choix, une fois inséré dans un réseau domotique parmi d'autres capteurs, détecteurs et autres commandes d'automatismes domestiques. Le lecteur d'empreintes digitales pourrait en effet lancer toute une série de processus comme une installation d'alarme antivol, une ouverture automatique de stores, la mise en marche d'un chauffage central ou d'une installation de climatisation, etc., actions qui, exécutées manuellement demanderaient du temps et du travail.

Nous avons donc combiné ce lecteur d'empreintes digitales ET661 au système domotique Velbus**, de manière à éteindre d'un coup toutes les lumières et de descendre (fermer) tous les stores de l'appartement à partir du lecteur d'empreintes digitales. C'est peu de choses, certes, mais pensez au premier pas d'Armstrong sur la Lune et à ce qu'il en a dit ... Qui peut être sûr que cette première expérimentation hésitante de laboratoire ne fera pas bientôt sortir de nos ordinateurs un nouveau montage dédié à cette nouvelle synergie domotique ? Regardez bien les prochains sommaires.

** La synergie c'est quand 1 + 1 = 2 + epsilon : deux énergies œuvrant ensemble font plus de travail que la somme de ce que ferait l'une et l'autre séparément.*

***A propos du système Velbus de Velleman : nous publions dans ce même numéro d'ELM la quatrième Leçon du cours dédié à la Domotique. Avec les modules Velbus on peut entre autres forcer l'extinction totale de l'éclairage et la descente de tous les stores d'un appartement (c'est à partir de la deuxième Leçon du cours, dans le numéro 99 d'ELM que nous avons équipé un T1 pris en exemple).*

Vérifiez tout de suite le bon fonctionnement de l'appareil : mettez-le sous tension et contrôlez que la LED verte de la platine de base clignote six fois ; puis les LED du module s'allument en séquence dans le sens antihoraire.

La LED verte du circuit de base doit clignoter six fois chaque fois que vous mettez l'appareil sous tension et ce indépendamment de la fonction choisie.

En d'autres termes, la séquence des clignotements doit avoir lieu quand on alimente le circuit avec le cavalier J1 ouvert (c'est-à-dire court-circuit femelle déposé) – c'est le mode normal de reconnaissance des empreintes digitales – et lorsqu'on met sous tension alors que J1 est fermé (court-circuit femelle en place) – c'est le mode d'effacement sélectif d'une ou plusieurs empreintes ou total de la mémoire.

Pour l'utilisation, souvenez-vous que durant la comparaison, le doigt doit être appuyé le mieux possible dans les mêmes position et direction que lors de la mémorisation ; sans cela la reconnaissance ne pourrait avoir lieu.

Ceci dit le lecteur peut compenser de lui-même une petite différence due à une légère inclinaison du doigt sur l'un des trois axes.

Mais si les positions mémorisées et actuelles sont très différentes, l'appareil ne reconnaîtra pas la même empreinte, car le nombre de paramètres biométriques reconnus ne sera pas suffisant pour cela.

Conclusion

Plus besoin de chevillette pour faire choir la bobinette : un doigt suffit, pourvu que son dessin curviligne soit correctement mémorisé !

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet ouvre porte à reconnaissance d'empreintes digitales ET661 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip. ◆

SPECIAL HI-FI

AMPLIFICATEUR HI-FI A LAMPES EL34

D'une qualité sonore équivalente aux plus grands, cet amplificateur vous restituera un son chaleureux et pur. Fourni avec son coffret en bois noir, son design est à la hauteur de ses performances musicales. Lampes de sorties : EL34. Indication de la puissance de sortie par deux vu-mètres.

Puissance musicale : 2 x 55 W - Réponse en fréquence : 15 à 20 000 Hz Impédance d'entrée : 1 MΩ - Impédance de sortie : 4 et 8Ω - Distorsion : 0,1 % à 1 000 Hz - Rapport signal/bruit : 100 dB

Les transformateurs de sortie sont à carcasses lamellées en acier doux à grains orientés et leur blindage est assuré par un écran de cuivre. L'ensemble est immobilisé dans une résine et moulé dans un boîtier métallique externe.

LX1113/K1 .....version EL34 ..... 615,00 €
LX1113/KM1 ..version montée EL34 ..... 870,00 €

AMPLIFICATEUR HI-FI A LAMPES KT88

Ses caractéristiques sont identiques à la version EL34 (Kit LX 1113/K1). Seule la puissance et les lampes changent.
Lampes de sorties : KT88 - **Puissance musicale de sortie :**2 x 80 W

LX1113/K2 .....version KT88..... 699,00 €
LX1113/K2 .....Version montée KT88..... 895,00 €

AMPLIFICATEUR HI-FI STEREO A LAMPES CLASSE A 2 X 16W MUSICAUX

Appartenant à la lignée des amplificateurs à lampes LX1113, ce kit vous restituera une qualité sonore professionnelle.
Puissance de sortie :
2 X 8 W RMS - 2 X 16 W musicaux.
Lampes de sortie :
EL34. Classe : A.

LX1240 .....Kit complet avec coffret.....333,90 €
LX1240KM. Kit version montée avec coffret.....523,00 €

AMPLIFICATEUR À LAMPES POUR CASQUE

Ce petit amplificateur Hi-Fi est doté d'une sensibilité élevée et d'une grande prestation. Il plaira sûrement à tous ceux qui veulent écouter au casque ce son chaud produit par les lampes. Tension d'alimentation des lampes : 170 V. Courant max. : 20 + 20 mA. Signal d'entrée max. : 1 V crête à crête . Puissance max. : 100 + 100 mW. Bande passante : 20 Hz - 25 kHz. Distorsion harmonique : < 1 %.

LX1309 .....Kit complet avec coffret.....333,90 €
LX1309KM. Kit version montée avec coffret.....523,00 €

AMPLI. 2 X 55 W HYBRIDE LAMPES/MOSFET

Notre amplificateur stéréo Hi-Fi utilise en entrée deux tubes montés en cascode et comme étage final deux MOSFET de puissance capables de produire 2 x 55 WRMS, ce qui fait tout de même 2 x 110 W musicaux.

Tension pour les lampes V1-V2: 340V Tension pour les MOSFET finaux: 2 x 35 V Courant de repos : 100 à 120 mA par canal Courant à la puissance maximale: 1,5 A par canal - Amplitude maximale du signal d'entrée: 2 Vpp - Puissance maximale sur 8 ohms: 55 WRMS par canal - Distorsion harmonique maximale: 0,08% - Réponse en fréquence: 8 Hz à 40 kHz.

EN1615.....Kit avec tubes et MOSFET sans coffret.....264,00 €
MO1615.....Coffret percé et sérigraphié ..... 43,00 €
EN1615KM Kit version montée aveccoffret .....399,00 €

PRÉAMPLIFICATEUR/AMPLIFICATEUR À LAMPES 2 X 80 W MUSICAUX

Avec son préamplificateur intégré, cet ampli classe AB1 à lampes regroupe l'esthétique, la puissance et la qualité. Basé autour de quatre lampes KT88 en sortie, la puissance peut atteindre 2 x 80 W musicaux. Un réglage de la balance et du volume permet de contrôler le préampli.

Caractéristiques techniques : Puissance max. en utilisation : 40+40 W RMS. 80 + 80 W musicaux. Classe : AB1. Bande Passante : 20 Hz à 25 kHz.
Distorsion max. : 0,08% à 1 kHz.
Rapport S/N : 94 dB.
Diaphonie : 96 dB.
Signal Pick-Up : 5 mV RMS.
Signal CD : 1 V RMS.
Signal Tuner : 350 mV RMS.
Signal AUX : 350 mV RMS.
Signal max. tape : 7 V RMS.
Signal tape : 350 mV RMS.
Gain total : 40 dB.

Impédance de sortie : 4 ou 8 Ω.
Consommation à vide : 400 mA. Consommation max. : 1,2 A.
Triode ECC83 : X 2 - Triode ECC82 : X 6 - Pentode KT88 : X 4.

LX1320.....Kit complet avec boîtier et tubes ..... 834,00 €
LX1320KM. Kit monté avec boîtier et tubes.. .....1110,00 €

PREAMPLIFICATEUR A LAMPES

Associé à l'amplificateur LX1113/K, ce préampli-ficateur à lampes apporte une qualité professionnelle de reproduction musicale.

Entrées: Pick-Up - CD - Aux. - Tuner -Tape. **Impédance d'entrée Pick-Up :** 50/100 kΩ. **Impédance des autres entrées :** 47 kΩ **Bande passante:** 15 à 25 000 Hz. **Normalisation RIAA:** 15 à 20 000Hz. **Contrôle tonalité basses:** ±12dBà 100 Hz. **Contrôle tonalité aigus :** ±12 dB à 10000Hz. **Distorsion THD à 1 000Hz:** < à 0,08%. **Rapport signal sur bruit aux entrées:** 90 dB. **Diaphonie :** 85dB.

LX1140.....Kit complet avec boîtier et tubes ..... 431,35 €
LX1140KM. Kit t avec boîtier et tubes.....530,00 €

AMPLIFICATEUR STEREO HI-FI "CLASSE A" A MOSFET

Les amateurs d'audio les plus exigeants, même s'ils savent qu'un étage amplificateur classe A-B débite plus de puissance qu'un ampli classe A, préfèrent la configuration de ce dernier en raison de sa faible distorsion. Pour satisfaire ces amateurs, nous vous proposons ce kit d'amplificateur stéréo classe A équipé de deux transistors MOSFET de puissance par canal.

ension max. de travail : 35 V - Impédance de charge : 4 ou 8 Ω - Bande passante: 8 Hz à 60 kHz - Pmax sous 8 ohms 12 + 12 W RMS - Courant max. absorbé 1,4 A - Distorsion harmonique 0,03 % - V.in maximum 0,7 V RMS - P max sous 4 ohms 24 + 24 W RMS

LX1469 ..... Kit complet avec coffret..... 218,00 €
LX1469KM. Kit complet monté avec coffret..... 299,00 €

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro, toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

COMELEC 06/2006

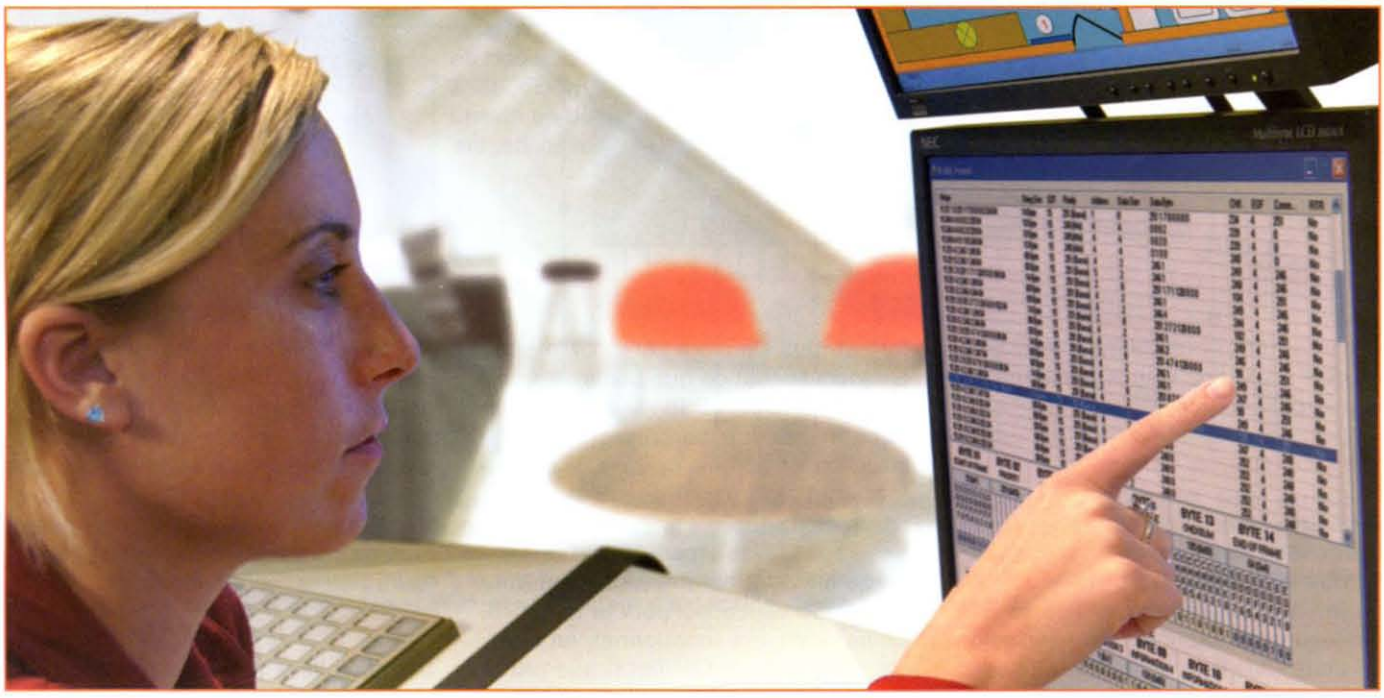
COMELEC Tél. :04 42 70 63 90 • Fax : 04 42 70 63 95
CD 908 - 13720 BELCODENE **Visitez notre site www.comelec.fr**

Expéditions dans toute la France. Moins de 5 kg : Port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou carte bancaire. Le port est en supplément. De nombreux kits sont disponibles, envoyez votre adresse et 5 timbres pour recevoir notre catalogue général ou téléchargez-le sur notre site.

Introduction à la domotique

Quatrième Leçon : Le protocole série Velbus : de la théorie à la pratique

Cette fois nous examinerons en détail le protocole série Velbus. A l'aide d'un programme de test réalisé à cet effet, nous analyserons la structure des flux de commande, en particulier sa syntaxe et la signification de chaque bit. Nous verrons ensuite des exemples pratiques d'applications aux fonctions domotiques de notre T1 (voir les deux Leçons précédentes).

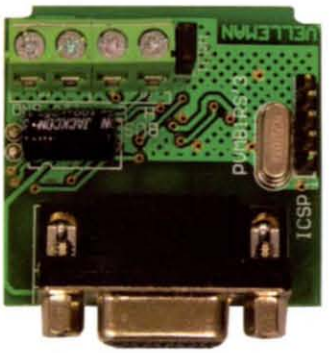


Dans les leçons précédentes, dédiées aux systèmes domotiques Velbus, nous avons vu comment peut être réalisée une installation domotique dotée de fonctions très complexes, mais accessibles facilement à tout le monde. Vous vous souvenez qu'en partant du plan de l'appartement T1 pris comme exemple, nous avions mis en place (et reliés) aux divers points de contrôle les dispositifs Velbus de commande de l'éclairage et d'ouverture/fermeture des stores. Nous avions ensuite analysé pas à pas la procédure de programmation manuelle et nous terminions par l'analyse du programme de configuration VelbusLink (version 4.4), une application à installer sur un PC, à son tour relié au réseau domotique à travers un circuit adaptateur USB (VMB1USB) vers CAN Bus sur RS485 (l'interface utilisée par les dispositifs Velbus). Ce programme nous a permis de configurer le réseau plus simplement par rapport à la procédure manuelle, de détecter et de visualiser le trafic des données présentes sur le CAN Bus.

Il ne nous reste, pour achever cette description du système Velbus, qu'à comprendre le fonctionnement du protocole série utilisé par le programme VelbusLink, protocole que nous analyserons en détail en nous appuyant sur le nouveau programme de test développé pour cela. Grâce à ce programme (EasyVelbus), vous pourrez vérifier expérimentalement tous les exemples pratiques fournis en accompagnement des explications théoriques. Mais notez tout de suite une chose très importante : bien que chaque dispositif Velbus dispose de commandes spécifiques, la syntaxe des commandes est unique ; par conséquent, quand vous aurez appris à composer et à envoyer un flux de commande, vous

Une caractéristique très importante des systèmes domotiques tient à leur faculté d'interagir avec d'autres systèmes, qu'ils soient déjà existants ou bien futurs. Ainsi l'évolution frénétique de la technologie des systèmes n'impose pas une refonte complète à chaque nouvelle version. Bref, il faut qu'un système domotique dispose toujours d'une voie de communication avec l'extérieur. Avec le système Velbus, cet accès est constitué par les deux platines VMB1RS et VMB1USB, dispositifs comportant une interface CAN-Bus et un port de communication série (VMB1RS) ou USB (VMB1USB) ; les deux platines sont dotées d'un microcontrôleur qui convertit les flux de données en transit sur le bus bifilaire du "format CAN-Bus" au "format Velbus série " et vice versa. Du point de vue fonctionnel, les deux platines ne diffèrent que par le pilote à installer sur l'ordinateur : le PC, en effet, communique avec elles en ouvrant la communication série sur un port COM, lequel peut être matériel (dans le cas du WMB1RS) ou virtuellement créé par le pilote (avec la VMB1USB). De ce qui précède, il est donc possible de tirer une conclusion très importante : la version série peut être utilisée avec n'importe quel système électronique doté d'un programme (PC ou plateforme embarquée) à condition qu'il dispose d'un port série. La version USB, en revanche, est plus indiquée avec un PC moderne, car on sait qu'ils sont de plus en plus rarement dotés d'un port série. Dans tous les cas, il faut bien prendre garde à trois choses importantes et ce indépendamment du type de platine choisi pour faire dialoguer le Velbus avec l'application matérielle/logicielle :

1) Les platines n'ont pas d'adresse : en effet elles ne sont pas dotées de sélecteurs dont disposent tous les autres dispositifs Velbus. Cela signifie qu'elles sont invisibles pour le protocole CAN-Bus sur la paire RS485.
2) Étant donné qu'elles sont électriquement connectées au bus, elles disposent toutes deux d'un cavalier permettant d'insérer la résistance de terminaison et d'adaptation d'impédance. Cette caractéristique est commune à tous les dispositifs Velbus.
3) Toutes deux nécessitent une double alimentation car la ligne CAN-Bus et le port de communication sont isolés galvaniquement. Si on se réfère au côté PC/micro, dans la version VMB1RS cette tension est prélevée sur les lignes DTR (forcée au niveau logique bas) et RTS (forcée au niveau logique haut). La VMB1USB, en revanche, tire son alimentation directement du port USB de l'ordinateur.



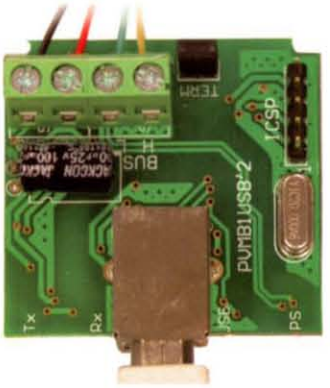


Figure 1 : Notes sur les VMB1USB et VMB1RS.

saurez interagir facilement avec tout module ou platine Velbus présent dans votre application réelle.

Le protocole série

Avec les leçons précédentes, nous avons déjà appris que les dispositifs Velbus communiquent entre eux au moyen d'un bus bifilaire de type RS485, sur lequel transitent les données selon un code CAN Bus, standard que vous connaissez bien si vous avez suivi le Cours précédent qui lui était consacré. Nous savons aussi que Velleman a réalisé deux platines d'interface, une série et une USB, pour faire interagir le réseau domotique avec différents systèmes électroniques : en particulier, dans la leçon 3 du numéro 100 d'ELM, nous avons utilisé l'interface VMB1USB pour contrôler le réseau via ordinateur avec le programme VelbusLink. Prêtons attention à cette platine et cherchons à comprendre quelles sont ses fonctions. Eh bien elle sert de "traducteur", en ce sens qu'elle "écoute" le trafic des données sur le réseau Velbus, l'intercepte sans en altérer le contenu, puis le restitue sur l'interface USB dans un format plus simple à gérer. De même, elle écoute tout ce que l'ordinateur lui envoie par le port USB : si le paquet de données reçues est correct, comme structure et comme syntaxe, la platine le traduit et le transfère sur le bus de données RS485.

Ce qu'on vient de dire pour la platine VMB1USB vaut aussi pour la VMB1RS: du point de vue fonctionnel, en effet, ces dispositifs ne diffèrent que par le "pilote" logiciel, utilisé par le PC pour créer un port série "virtuel" à travers lequel il communique avec la platine USB. De toute façon, indépendamment de la platine d'interface utilisée, chaque donnée en transit sur la paire est reproposée sur le port de communication avec le PC et vice versa, selon le format visible figure 2.

Avant de commencer à décrire la structure du protocole, il faut que le concept suivant soit bien clair à notre esprit : chaque fois que nous parlons de "ligne de commande" ou de "flux de données" nous faisons référence à une séquence d'octets ("bytes") contenant, outre les informations de service (début de flux, fin de flux, demande de confirmation de réception, adresse, numéro d'octet, etc., voir les détails ci-après), les "données" (c'est-à-dire les "valeurs numériques") décrivant la "commande" à proprement parler et les "paramètres" correspondants.

Découvrons ensemble comment le protocole Velbus a été conçu : comme le montre la figure 2, chaque ligne de commande se divise en plusieurs octets ("bytes") : certains ont une valeur fixe et d'autres variable en fonction de l'opération à exécuter ; chacune des lignes a une longueur comprise entre 6 et 14 octets. Le premier octet de la séquence a le STX (Start Of Transmission) et il a une valeur fixe de 0x0F (en décimal 15). Son unique rôle est d'identifier le début du flux de données, sans cela non reconnaissable.

Au STX fait suite le premier octet SID (Standard Identifier), dans lequel les bits 7 à 3 sont fixés au "1" logique, le bit 2 est au "0" logique et enfin le bit 1 et 0

OCTET	OCTET	OCTET	OCTET
STX Start of transmission. constante 0x0F.	**SID (1°Byte)** Standard identifier Bit 10 à 9	**SID (2°Byte)** Standard identifier Bit 8 à 1	**Standard identifier SID (2°Byte) / Remote transmit Request (RTR) / Numéro de Databyte (DLC3+0)**
	Ne pas utiliser 111110. SID10 SID9	SID8 SID7 SID6 SID5 SID4 SID3 SID2 SID1	SID0 RTR DLC3 DLC2 DLC1 DLC0
0 0 0 0 1 1 1 1	1 1 1 1 1 0 x x	x x x x x x x x	0 x 0 0 x x x x

OCTET	OCTET	OCTET	OCTET	OCTET	OCTET
DATA BYTE ...	**DATA BYTE ...**	**DATA BYTE ...**	**DATA BYTE N**	**CHECKSUM** - On ajoute STX à Databyte N. - On complémente à 2 l'octet le moins significatif	**ETX** Fin de transmission 0X04
Le numéro d'octet dépend de l'état des quatre bits DLC3, DLC2, DLC1 et DLC0					
XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	x x x x x x x x	0 0 0 0 0 1 0 0

(SID10 et SID9) définissent la propriété du flux. SID 10 et 9 peuvent prendre actuellement seulement les valeurs "11" (priorité basse) et "00" (priorité haute). Par conséquent l'excursion du premier octet SID est comprise entre 0xF8 et 0xFB (de 248 à 251 en décimal), 0xF9 et 0xFA n'étant pas encore utilisés.

Suit le second octet SID (troisième de la série), dont les bits sont nommés SID8 (bit le plus significatif) à SID1 (bit le moins significatif). Cet octet identifie toujours l'adresse d'un dispositif : au cas où le message est reçu par le PC, l'adresse se réfère au dispositif qui a produit le message. Si en revanche le message est produit par le PC (ou par un autre dispositif devant envoyer une commande), l'octet contient l'adresse du dispositif destinataire. Le quatrième octet n'a pas de nom mais il contient deux informations très importantes : la demande de confirmation de réception d'une commande et le nombre d'octets nécessaires pour définir la commande et ses paramètres, dans l'action courante.

La demande de transmission est utilisée en priorité quand un dispositif (par exemple le groupe de poussoirs VMB1P6) produit une commande pour un autre dispositif (par exemple le relais VMB1RY). Cette demande est effectuée en forçant le RTR (bit 6, Remote Transmit Request) au "1" logique.

Le nombre d'octets nécessaires pour décrire la commande est défini par les bits 3 à 0, nommés DLC3 - DLC2 - DLC1 - DLC0. A titre d'exemple, si ces bits ont une valeur de 0001 (en décimal 1), c'est qu'après le quatrième octet arrive un octet de données. De même, la condition logique 1000 (en décimal 8), indique que les octets de données sont au nombre de 8. Pensez que ce dernier est le nombre maximal d'octets de données que le protocole peut accepter. Les bits 7 (SID0), 5 et 4 sont fixés à 0 car ils ne sont pas utilisés.

Indépendamment du nombre de «data bytes» (octets de données) contenus dans le flux, le premier octet suivant le dernier octet de données est le "Checksum" (somme de contrôle) : cette valeur numérique est calculée, selon une formule précise, à partir des valeurs de tous les octets précédents.

Le Checksum est très important car il permet à un dispositif d'effectuer une vérification du flux dès sa réception, afin d'avoir la certitude que les données sont correctes. La vérification du flux se fait en deux phases : dans la première, le dispositif qui envoie le flux produit le Checksum en partant des données qu'il doit envoyer. Dans la seconde, en revanche, le dispositif qui

Figure 3 : La somme de contrôle (Checksum), qu'est-ce que c'est, comment ça se calcule et comment ça s'utilise ?

Le CHECKSUM est un champ numérique très souvent utilisé dans les protocoles de transmission de données pour permettre au destinataire d'un message ou d'une commande de vérifier l'exactitude du flux de données reçu. Il est calculé par l'envoyeur et recalculé par le destinataire selon une formule spécifique connue des deux. Analysons un exemple simple de structure à sept octets, donné ci-dessous, où DATA1, 2 et 3 sont les informations à transmettre :

Figure 2 : Syntaxe du flux de commande.

Début de flux	Paramètres	DATA1 ... 2. ...3	Checksum	Fin de flux

Le calcul du CHECKSUM doit bien sûr prendre en considération la valeur des champs DATA et PARAMÈTRES; cependant, dans certains cas comme le nôtre, il prend aussi en compte le champ identifiant le début du flux. Dans le cas spécifique du protocole série Velbus, le CHECKSUM a la dimension d'un octet et il est positionné immédiatement après le dernier DATA BYTE et s'obtient en appliquant la procédure suivante :

- **On effectue la somme des octets compris entre le STX (début de flux) et le dernier DATA BYTE avant le champ CHECKSUM. Le STX comme le dernier DATA BYTE sont inclus dans le calcul ;**
- **Si le résultat obtenu a une dimension supérieure à un octet, on extrait seulement l'octet le moins significatif (LSB) ;**
- **On effectue le complément à 2 de l'octet (on inverse chaque bit et on augmente le résultat de "1").**

Le principe d'utilisation est simple : l'envoyeur du message sait exactement ce qu'il doit envoyer et il est donc en mesure de calculer le CHECKSUM et de l'ajouter en un point connu de la séquence des données. Le destinataire, en revanche, ne sait pas ce qu'il reçoit, mais il sait exactement que ce qu'il reçoit est délimité par les champs de début et de fin. Par conséquent il peut extraire le CHECKSUM et toutes les données, recalculer le CHECKSUM localement et enfin le comparer avec celui reçu. Si les deux valeurs numériques sont identiques, la séquence de données a été reçue correctement et donc elle est validée et traitée.

Voyons à présent l'exemple suivant, c'est une phrase détectée durant le fonctionnement normal de EasyVelbus :
D'après ce que nous avons vu précédemment, <15> délimite le début du flux (STX) et <4> la fin. Selon le protocole, le CHECKSUM se trouve avant le caractère de fin de flux, soit ici <244>. Appliquons la procédure :

- **Somme numérique du STX au dernier DATA BYTE :**

15 + 251 + 6 + 2 + 246 + 4 = 524, soit 0x20C en hexadécimal.

- **Extraction LSB : le résultat est 0x0C**
- **Complément à 2 de 0x0C (on inverse chaque bit et on ajoute "1"):**

- 0x0C équivaut à 00001100 en binaire. Son inverse est 11110011.
- En ajoutant 1 on obtient 11110100, soit 244 en décimal.

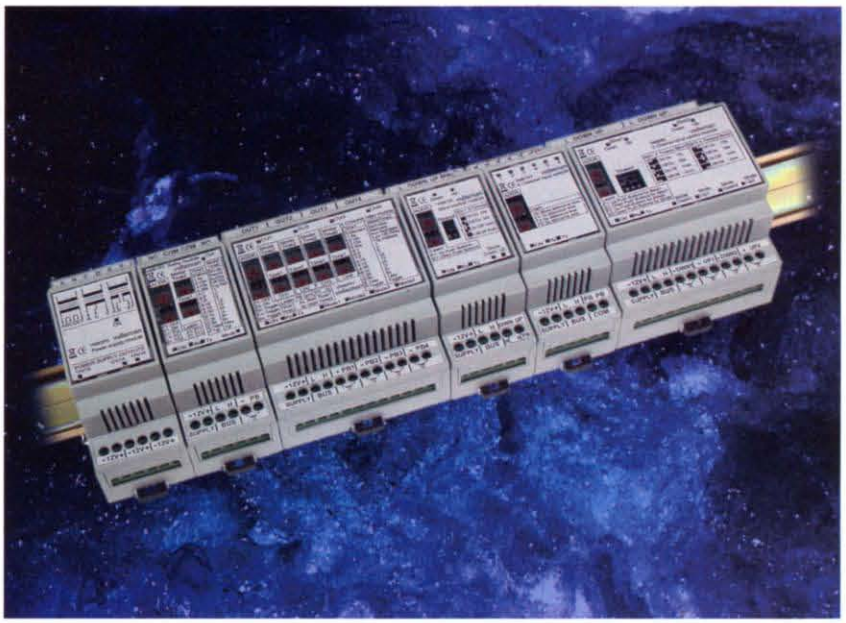
D'après ce qu'on vient de voir, on comprend que le CHECKSUM, normalement utile, devient même indispensable quand les données sont structurées en séquences d'octets très longs.

reçoit les données (Checksum compris) recalcule ce Checksum localement en partant des données reçues (du "start byte", ou octet de début, au dernier "data byte", ou octet de données), puis le compare avec celui contenu dans le dernier paquet de données : si les deux valeurs sont égales, c'est que le paquet de données a été reçu correctement ; pour que la procédure fonctionne, envoyeur et destinataire doivent utiliser la même formule de calcul. Dans ce cas, la formule est plutôt simple : on fait la somme logique de tous les octets compris entre le STX et le dernier octet de données (inclus), puis on extrait du résultat le seul octet le moins significatif et on le complémente à 2 (fonction au cours de laquelle on inverse logiquement chaque bit et on ajoute une unité "1" au résultat obtenu). Vue l'importance du Checksum, nous avons voulu lui consacrer toute la figure 3.

L'octet de fin ETX (End Of Transmission), dont la valeur est fixée à 0x04 (en décimal 4), détermine la fin du flux.

Vous avez certainement constaté que la structure du protocole est dans l'ensemble fort simple : en effet, une fois compris que le flux commence par 0x0F et se termine par 0x04, que le quatrième octet contient la demande de confirmation de réception et le nombre d'octets de données et que l'avant dernier octet du Checksum, est d'extraire les champs de commande proprement dits est un jeu d'enfant.

Ce qui est compliqué, par contre, c'est cette commande proprement dite contenue dans les octets de données, dont la longueur, on l'a vu, va de "0" à "8" octets. Il va de soi que plus elle longue plus la commande est compliquée et ce indépendamment du fait qu'elle soit reçue ou envoyée.



Jusqu'alors nous avons parlé de «commande» (au singulier), mais nous allons maintenant parler de «commandes» (au pluriel) car chaque dispositif Velbus peut en reconnaître et en produire beaucoup en les distinguant par les seules instructions.

Prenons un exemple simple : la première entrée d'un module VMB6IN active pendant 30 secondes le relais du module VMB1RY. Une fois le poussoir pressé, le VMB6IN envoie au relais la demande d'activation. Le VMB1RY engendre alors un flux de réponse si le bit RTR de la commande reçue est à 1. Puis il envoie à son tour une commande au VMB6IN lui demandant de faire clignoter la LED correspondant au premier poussoir pendant toute la période d'activation du relais. Comme cela s'est passé pour le relais, le RTR au niveau logique 1 force le module poussoirs à confirmer la réception de la donnée. Au bout de 30 secondes, le module VMB1RY produit deux phrases : avec la première il informe le réseau que le relais a été désactivé et avec le seconde il demande au poussoir d'éteindre la LED.

Si les deux commandes ont le bit RTR à 1, la platine des poussoirs répond à nouveau par deux messages de confirmation de réception.

Cet exemple montre toute la complexité des instructions contenues dans les octets de données des flux de commande, lors même que le protocole en est fort simple. C'est pourquoi on ne pourra pas analyser une par une toutes les commandes touchant les paramètres ; mais nous avons réalisé un programme spécifique en mesure de :

- garder la trace de chaque information en transit sur le bus ;

- analyser chaque bit de chaque flux ;

- produire des flux de commande et les envoyer.

Ce programme, appelé EasyVelbus.exe, est téléchargeable sur le site de votre revue.

L'application EasyVelbus

Le système Velbus a rencontré un tel succès qu'un grand nombre d'usagers (installateurs professionnels ou «self made men») ont souhaité faire leurs preuves en réalisant des applications avec contrôle par PC.

Pour faciliter le développement de ces programmes, Velleman propose de télécharger sur son site (www.velleman.be) une série d'applications de test avec disponibilité du code source, tout cela étant réalisé en environnement "Visual C .NET" et doté d'une librairie appelée "velleman.velbus.dll", compatible avec l'environnement de développement "VisualBasic 2005.NET "(ou supérieur) : nous-mêmes avons utilisé cette librairie pour réaliser le programme EasyVelbus en environnement VisualBasic 2005.NET. Si vous souhaitez utiliser seulement la librairie et laisser de côté les applications données en exemples, il suffit de créer un nouveau projet en VisualBasic et d'inclure la DLL à travers le menu Outils, utilisé pour définir les propriétés du projet.

La figure 4 montre l'interface graphique principale d'EasyVelbus : elle donne beaucoup d'informations et c'est pourquoi elle paraît si complexe, mais ne vous en inquiétez pas car nous allons l'étudier ensemble et elle vous paraîtra bientôt très intuitive et facile à utiliser. Après avoir installé et lancé le programme, choisissez le port série pour dialoguer avec la platine USB (souvenez-vous qu'elle est vue comme un port série virtuel) : pour ce faire il suffit de sélectionner la COM au moyen de la "combo box" en bas à gauche, puis de cliquer sur la touche "Ouvrir COM" (l'indication se change en "Fermer COM") ; alors le programme instaure la communication sur le port série choisi avec le format de données "38 400 bauds - parité N - 8 bits de données - 1 bit de stop" ; il désactive en outre le DTR et active le RTS, condition nécessaire pour pouvoir utiliser EasyVelbus avec la platine VMB1RS aussi.

- le flux complet, octets STX de début et ETX de fin inclus ;
- le nombre d'octets dont il se compose;
- l'identifiant de début de flux ;
- la priorité du flux ;
- l'adresse de l'envoyeur ou du destinataire ;
- le nombre d'octets de données ou "databytes";
- les "databytes" (octets de données) transportés, visualisables en ASCII en cochant la case en bas "Visualiser

DataByte en ASCII" (fonction utile quand le flux contient le nom des dispositifs, identifié par un texte) ;
- le "Checksum" (somme de contrôle);
- le "terminator" ou bouchon ou terminaison de flux ;
- la commande extraite (contenue dans le premier octet de données) ;
- l'état du RTR ;
- la provenance du message (à partir du bus ou du PC).

Le registre des événements peut être effacé en cliquant sur le poussoir «Effacer LOG», situé dans la fenêtre «Commandes», avec les poussoirs «Envoi Commande» et «Sortir».

Pour analyser un message, il faut le sélectionner par un clic de souris : le programme le décompose et le repropose dans le cadre «Analyse Flux» dans lequel vous pouvez voir l'état de tous les octets et de chaque bit en particulier dans les trois formats: hexadécimal, décimal et binaire. Les bits sur fond bleu sont fixes et ceux sur fond jaune sont variables. Ceux sur fond orange, en revanche, sont modifiables par les contrôles du programme.

Le champ «DATA BYTE», compris dans la première ligne, a été étendu et décomposé en bit singulier sur la deuxième. Il est ainsi possible de surveiller le flux des données dans son ensemble.

D'après ce que nous avons vu jusqu'à présent, le programme, essentiellement, visualise le trafic sur le CAN Bus (fonction appelée «Sniffer») ; cependant il peut aussi composer et envoyer des flux de commande, tout en en contrôlant la longueur et en ajoutant le Checksum. Pour ce faire, cliquez sur le poussoir "Envoi Commande" présent dans la fenêtre principale (voir figure 4). La fenêtre de composition de la figure 5 apparaît alors : elle est surtout utilisée pour vérifier les exemples exposés ci-après.

A présent, faites bien attention à quelque chose d'important : afin de simplifier le programme nous avons choisi de gérer les commandes en format décimal, alors que les manuels des dispositifs Velbus sont en hexadécimal ou quelquefois en binaire. Ce la signifie que les codes des commandes, que l'on trouve dans les manuels, doivent être convertis en décimal à partir de l'hexadécimal. Prenons un exemple : supposons que nous voulions vérifier si l'adresse hexadécimale 0xFF, soit 255 en décimal, est attribuée ou non à un dispositif. Dans le manuel on trouve que la commande correspondante (Module Type Request) a une priorité basse (SID10 et 9 = 11), RTR à "1" et aucun "databyte". La fenêtre de composition se présente comme sur la figure 7 : notez l'adresse 0xFF sur fond jaune, insérée manuellement et exprimée en décimal. Il est nécessaire d'agir de la même manière avec n'importe quel champ variable, qu'il soit déjà inséré manuellement (adresse et données) ou produit par les contrôles du programme, comme dans le cas de la priorité, du nombre d'octets de données et du Checksum (en orange).

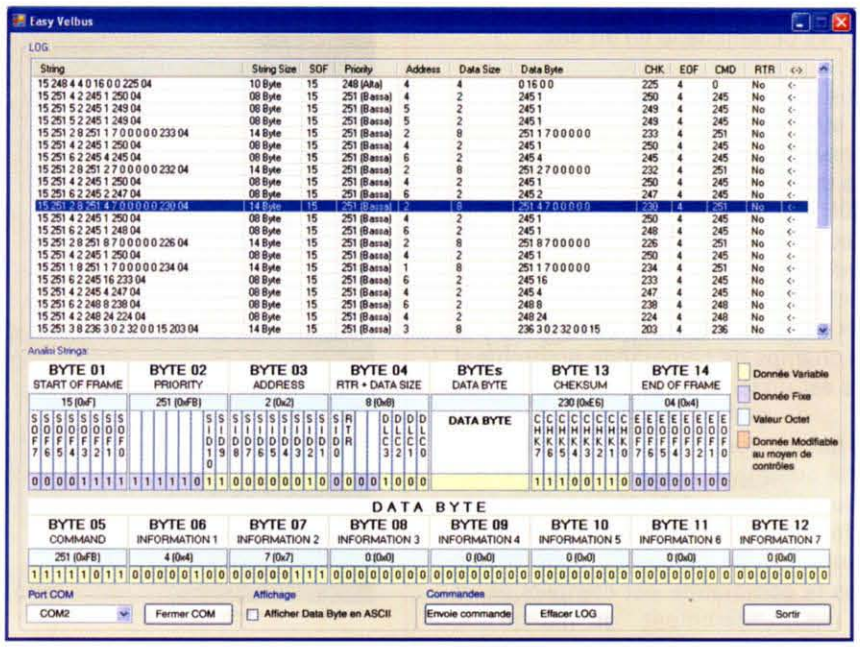


Figure 4 : Voici l'interface graphique principale d'EasyVelbus

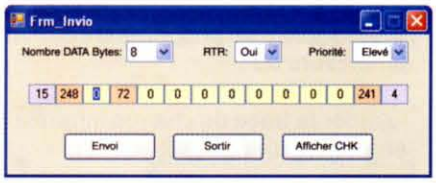


Figure 5 : La fenêtre de composition qui apparaît ici est surtout utilisée pour vérifier les exemples.

De toute façon, nous pensons que la conversion ne présentera aucune difficulté. Nous n'avons pas souhaité insérer les commandes disponibles dans une base de données ("database") et ce pour deux raisons : tout d'abord parce qu'elles sont bien décrites dans les manuels des modules Velbus et ensuite car le programme serait devenu une copie du VelbusLink.

Exemples pratiques

Après avoir analysé la structure et la syntaxe du protocole et vous être familiarisé avec le programme de test, il est temps d'aborder les exemples pratiques, sans oublier qu'une commande est toujours associée à une série de paramètres. Souvenez-vous en outre que vous devez utiliser la fenêtre de composition des commandes. Nous avons déjà dit au cours de cette Leçon que chaque module Velbus possède des fonctions spécifiques et par conséquent son propre jeu de commandes (en réception comme en transmission). Mais nous n'avions pas encore dit que beaucoup de commandes sont communes à tous les modules (par exemple les demandes de nom et de type de module). En outre les dispositifs semblables acceptent les mêmes commandes, qui ne diffèrent que par leurs paramètres. En particulier, les VMB1RY et VMB4RY sont semblables en ce qu'ils actionnent des relais de la même manière ; ceci vaut pour les contrôles des stores VMB1BL et VMB2BL comme pour les dispositifs d'entrée VMB6IN et VMB8PB (le variateur VMB1DM est par contre actuellement unique en son genre).

Ceci étant dit (et bien dit, non ?), vous voilà prêts à recevoir nos exemples pratiques !

Dans la leçon 3 du numéro 100 d'ELM nous vous avons expliqué comment configurer le réseau Velbus au moyen d'un ordinateur en utilisant l'application VelbusLink version 4.4. Cette version était alors la plus récente disponible. Mais VelbusLink est un programme de configuration et de test continuellement développé et amélioré et une nouvelle version ne s'est pas fait attendre : le programme mis à jour (version 5.1), téléchargeable sur le site www.velleman.be, conserve les mêmes fonctions que la version 4.4 ; il permet d'effectuer la programmation, l'enregistrement ("backup") et la restauration de toutes les configurations d'origine de tous les dispositifs, il permet d'analyser la structure du réseau comme le trafic des données. Il comporte toutefois quelques améliorations qui augmentent notablement son efficacité comme sa facilité d'utilisation. C'est surtout l'interface graphique qui a été améliorée : les flèches de couleurs différentes de la fenêtre d'analyse des données en transit permettent de comprendre plus facilement si les données partent du PC (orange) ou d'un dispositif Velbus (vert). La présentation des données au format texte et hexadécimal a été améliorée aussi, maintenant elle est beaucoup plus détaillée. On a inséré la possibilité de choisir la gamme d'adresses sur lesquelles effectuer le balayage : sur l'écran ci-contre elle est confinée entre 00 et 09. Cette fonction est particulièrement utile pour deux raisons : elle allège la fenêtre du trafic des données (laquelle devient plus lisible et donc plus compréhensible) et elle augmente la vitesse d'exécution des opérations. Il est également possible dans cette nouvelle version de désactiver le balayage automatique, fonction surtout utile si l'on veut interagir avec un nombre limité de dispositifs sans déconnecter les autres du réseau. Mais l'amélioration la plus importante est la suivante : la nouvelle version est bien plus stable que la précédente ; cette dernière occasionnait aléatoirement des erreurs de "runtime", spécialement quand on travaillait sur un port COM virtuel.

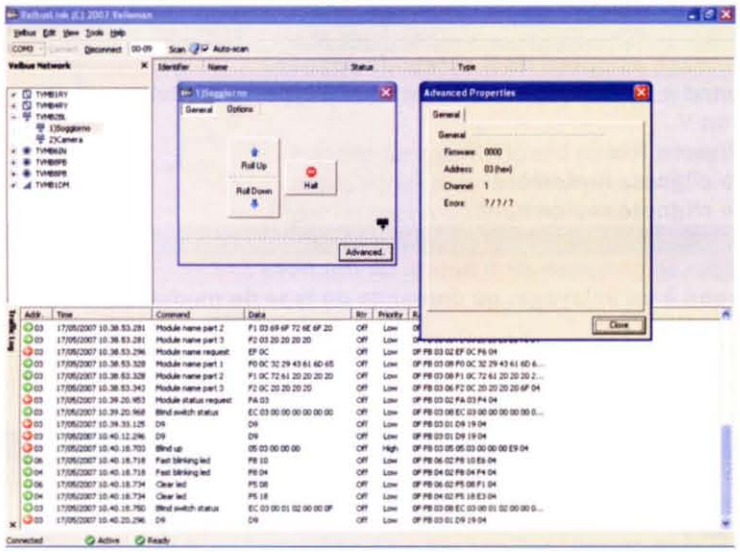


Figure 6 : VelbusLink version 5.1

Figure 7 : La fenêtre de composition se présente comme sur cette figure où vous pouvez noter l'adresse 0xFF sur fond jaune, insérée manuellement et exprimée en décimal.

Téléchargez les manuels disponibles sur le site www.velleman.be car ils vont vous être indispensables. Dernier point : les exemples se réfèrent à l'installation électrique du T1 décrit dans la leçon 3 du numéro 100 d'ELM.

Balayage du réseau

Cette procédure permet d'identifier les dispositifs présents sur le réseau et l'adresse qui leur a été attribuée. On l'exécute en envoyant la commande «Module Type Request», lequel est reconnu par tous les dispositifs : elle a toujours une priorité basse (SID10 et SID9 à "11"), son RTR est à "1", elle ne contient pas d'octet de données (DLC3 à 0 = 0000) et n'envoie que la valeur numérique de l'adresse que l'on interroge. Le dispositif qui reconnaît sa propre adresse dans la commande "Module Type Request" répond en envoyant le message "Command Module Type".

Le tableau 1 montre le log du trafic des données produites par tous les dispositifs présents en réseau, en réponse au balayage des adresses 01 à 07. Pour faciliter la compréhension, nous avons coloré de diverses façons les différents octets : les délimiteurs de flux sont en bleu, l'adresse du dispositif (envoyeur ou destinataire) en rouge, les octets du RTR et des DATA BYTE sont en violet et enfin le Checksum est en vert. Dans la colonne de droite nous avons commenté en détail chaque octet en transit.

Activation du relais sur le module VMB1RY

Identifions sur le manuel les commandes «Switch Relay On» et «Switch Relay Off». Toutes deux ont une priorité haute (SID10 et SID9 = 00) et RTR à "0". Elles se composent de deux octets de données (DLC3 à 0 = 0010) dont le premier identifie l'action à accomplir (0x02 = active relais, 0x01 = désactive relais) et la seconde le relais à contrôler (dans le cas examiné, on a un seul relais identifié par B"00000001", soit 0x01). Pour activer le relais, l'ordinateur doit envoyer la commande comme le montre le tableau 2.

Le module répond en envoyant deux flux différents. Avec le premier (tableau 3) il demande au module VMB6IN d'allumer la LED du poussoir 1, poussoir utilisé pour contrôler le relais. Avec le deuxième en revanche (tableau 3) le VMB1RY informe tout le réseau que le relais a été activé, la LED de signalisation d'état et enfin qu'aucune opération de "timer" n'est en cours.

Tableau 1.

Commande	Action
Le PC interroge l'adresse 1	Message de réponse composé de 3 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V le relais est paramétré comme : (premier nibble) : Dual Timer forcé en bistable (second nibble) : Relais forcé en bistable
Commande	**Action**
Le PC interroge l'adresse 2	Message de réponse composé de 6 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V les relais sont tous paramétrés comme : (premier nibble) : Dual Timer forcé en bistable (second nibble) : Relais forcé en bistable
Commande	**Action**
Le PC interroge l'adresse 3	Message de réponse composé de 3 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V les deux canaux ont un délai de 15 secondes
Commande	**Action**
Le PC interroge l'adresse 4	Message de réponse composé de 5 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V aucune LED allumée fixe aucune LED ne clignote lentement aucune LED ne clignote rapidement
Commande	**Action**
Le PC interroge l'adresse 5	Message de réponse composé de 5 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V aucune LED allumée fixe aucune LED ne clignote lentement aucune LED ne clignote rapidement
Commande	**Action**
Le PC interroge l'adresse 6	Message de réponse composé de 6 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V aucune LED allumée fixe aucune LED ne clignote lentement aucune LED ne clignote rapidement
Commande	**Action**
Le PC interroge l'adresse 7	Message de réponse composé de 7 octets de données :
	un module répond à un balayage, ou demande du type de module. le module est un V le module est programmé pour la fonction «variateur avec mémoire» «timer» désactivé version logiciel année de fabrication semaine de fabrication

Demande du nom au module VMB1DM

C'est le dernier exemple proposé, après vous devrez vous jeter à l'eau. La commande pour demander le nom est visible tableau 5. Le variateur répond par quatre flux à priorité basse : ils contiennent les caractères du nom. Dans notre exemple, le nom est entièrement contenu dans le premier flux (tableau 6) et les trois suivants (semblables au tableau 7) ne contiennent que des caractères fictifs

Conclusion et à suivre

Ici s'achève la présentation des produits Velbus et de leur protocole. Mais, comme d'habitude, la théorie pure ne suffit pas : continuez à nous suivre car nous allons publier sous peu un projet concret d'activation de n'importe quel dispositif Velbus avec une télécommande à 2 ou 4 canaux.

Tous à vos souris et à vos fers ! On sait que désormais tous deux jonchent votre plan de travail d'électronicien...

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour une installation domotique à base de modules Velbus est disponible chez certains de nos annonceurs. Les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse suivante :

http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/101.zip.

Corrado Rossi ◆

Tableau 2.

OF F8 01 02 02 01 F3 04	
OF	début flux
F8	priorité haute
01	adresse destinataire de la commande(module VMB1RY)
02	deux «databytes» à envoyer
02	COMMAND commande d'activation relais
01	activation du premier relais (dans ce cas il y en qu'un)
03	checksum
04	fin de flux

Tableau 3.

OF FB 04 02 F6 01 79 04	
OF	début flux
FB	priorité basse
04	adresse destinataire de la commande (module VMB6IN)
02	deux «databytes» à envoyer
F6	COMMAND (allumage des LED)
01	allume la LED du poussoir 1 sur le module VMB6IN
09	checksum
04	fin de flux

Tableau 4.

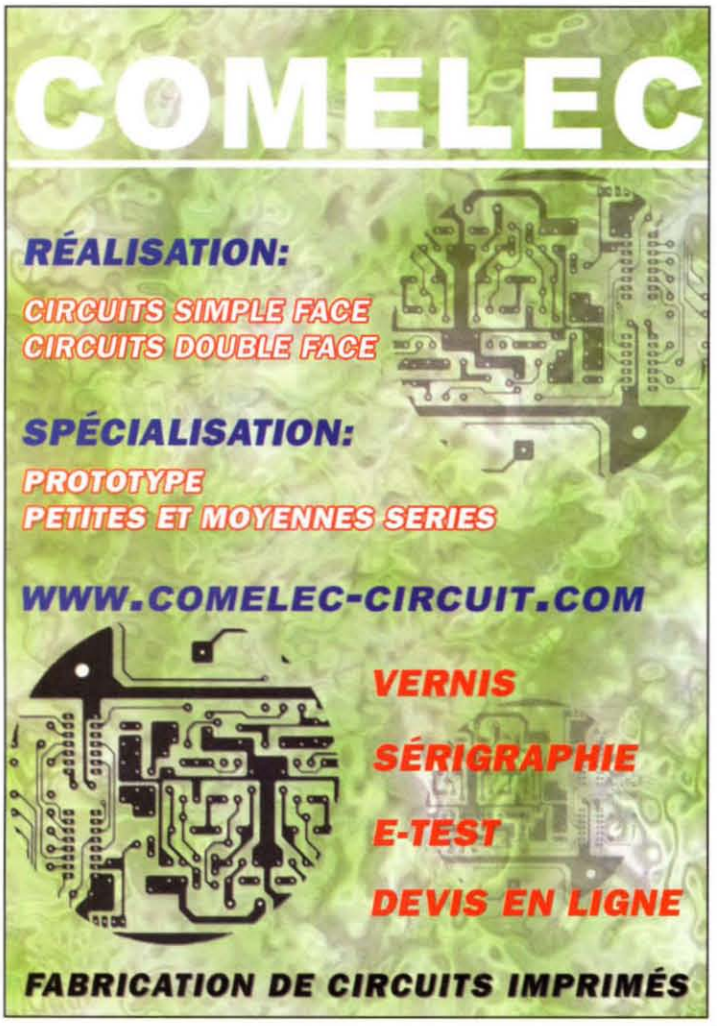
OF FB 01 08 FB 01 07 01 80 00 00 00 69 04	
OF	début flux
FB	priorité basse
01	adresse envoyeur (module VMB1RY)
08	huit «databytes» transmis
FB	COMMAND (état du relais)
01	identifie le premier relais (dans ce cas il y en a un seul)
07	fonction de «dual-timer» (avec temps 0)
01	relais activé
80	LED état relais allumée
00	MSB timer
00	2° octet «timer»
00	LSB timer
69	checksum
04	fin de flux

Tableau 5.

OF FB 07 02 EF 01 FD 04	
OF	début flux
FB	priorité basse
07	adresse destinataire de la commande (module VMB1DM)
02	deux «databytes» à envoyer
EF	Commande de demande du nom
01	Demande du nom du 1er canal (dans ce cas il y en a qu'un)
FD	checksum
04	fin de flux

Tableau 6.

OF FB 07 08 F0 01 44 69 6D 65 72 98 04	
OF	début flux
FB	priorité basse
07	adresse expéditeur du message (module VMB1DM)
08	huit «databytes» à envoyer
...	Réponse en texte : – Variateur (8 octets)
01	checksum
FD	checksum



Vends oscilloscope SCHLUMBERGER 5218 2x200MHz double base de temps, révisé notice 300€ tél. : 02.40.83.69.13Cherches EPROM 2716 étage d'entrée pour fréquencemètre Tél : 04 90 85 95 26

Recherche travail aide électronicien chez artisan ou autres très motivé consciencieux et appliqué. Sur Grenoble ou au environs tél. 06.78.20.15.89

Vends ordinateurs de collection en parfait état de marche et de présentation avec périphériques au complet : Matra, Alice90 , Thomson T08D et T09+, avec de très nombreux programmes utilitaires et jeux, accessoires techniques et rechanges pour TO. Abondante doc. Logicielle et technique. Tél. : 02.31.92.14.80

Vends pour collection : E/R Allemand 40/45 Klei Fu Dorette complet : antenne 1,80m -caisse bois - Boite - A pile - Ecouteur - Micro - Prix : 2300€ tél. : 00.32 (0)4.93.64.98.67 (Belgique)

Je recherche les nombreux lecteurs qui m'ont appelé. L'anti- loi de Lenz constitue l'avenir énergétique de la planète. Un dossier de dix pages est à la disposition des lecteurs intéressés. La fondation pour la libre énergie cherche des contacts. Bon Patrice tél. : 04.77.31.98.13

Vends Q-mettre FERISOL type M 802, modifié sans thermocouple, remplacé par CI spécifique : 160€. Atténuateur HP 355D de DC à 1 GHz : 65€. Préamplificateur COMELEC à FET, monté testé type EN1150 RIAA 20 Hz à 20KHz 120€. (valeur 2008) = 300€. OM non fumeur port en sus tél. : 01.39.55.50.33

Vends revues techniques : Haut-Parleur 1983 à 1999, Electronique-Radio-Plans 1993 à 1995, Electronique Pratique 1991 à 2000, Elex 1989 à 1993, Nouvelle Electronique 1995 à 2000, + des décennies de Science et Vie jusqu'à 2000. Prix à débattre. Renseignements au 02 31 92 14 80

INDEX DES ANNONCEURS

ELC	2
COMELEC Kits du mois	4
PCB POOL - Réalisation de prototypes	19
ARQUIE Catalogue N°66	19
SELECTRONIC	25
COMELEC Laboratoire	34
COMELEC Mesure	35
MICRELEC	50
COMELEC HIFI	54
COMELEC Circuits imprimés & PNP BLUE	63
JMJ - Anciens numéros ELM	65
JMJ - Bulletin d'abonnement à ELM	66
JMJ - CD cours	67
COMELEC - Médical	68

ANNONCEZ-VOUS !

VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES* À 0,54 € !

LIGNES	TEXTE : 30 CARACTÈRES PAR LIGNE. VEUILLEZ RÉDIGER VOTRE PA EN MAJUSCULES. LAISSEZ UN BLANC ENTRE LES MOTS.
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

*Particuliers : 2 timbres à 0,54 € - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom ..... **Prénom** .....

Adresse .....

Code postal ..... **Ville** .....

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions. Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:
JMJ/ELECTRONIQUE • Service PA • BP 20025 • 13720 LA BOUILLADISSE

Directeur de Publication
Rédacteur en chef
J-M MOSCATI
redaction@electronique-magazine.com

Direction - Administration
JMJ éditions
B.P. 20025
13720 LA BOUILLADISSE
Tél. : 0820 820 534
Fax : 0820 820 722

Secrétariat - Abonnements
Petites-annonces - Ventes
A la revue

Vente au numéro
A la revue

Publicité
A la revue

Maquette - Illustration
Composition - Photogravure
JMJ éditions sarl

Impression
SAJIC VIEIRA - Angoulême
Imprimé en France / Printed in France

Distribution
NMPP

Hot Line Technique
0820 000 787*
du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

Web
www.electronique-magazine.com

e-mail
info@electronique-magazine.com

* N° INDIGO : 0,12 € / MN

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

EST RÉALISÉ
EN COLLABORATION AVEC :

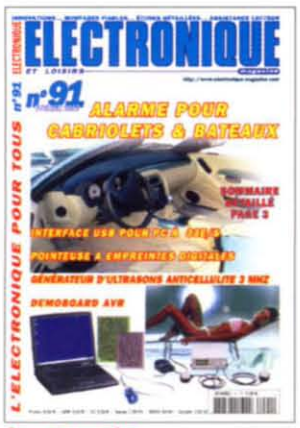
NUOVA ELETTRONICA
Elettronica In

JMJ éditions
Sarl au capital social de 7800 €
RCS MARSEILLE : 421 860 925
APE 221E
Commission paritaire : 1000T79056
ISSN : 1295-9693
Dépôt légal à parution

I M P O R T A N T
Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publicités sans avoir à justifier ce refus. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés ne sont communiqués qu'aux services internes de la société, ainsi qu'aux organismes liés contractuellement pour le routage. Les informations peuvent faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal.

ELECTRONIQUE ET LOISIRS magazine

Articles, Revues et CD téléchargeables au format PDF sur Internet
http://www.electronique-magazine.com



Au sommaire : Un contrôle de présence à empreintes digitales - Une interface USB pour PC à 33 E/S numériques et analogiques avec logiciel et programmes DLL: - Première partie : étude théorique et réalisation Un transmetteur téléphonique d'alarme GSM : Seconde partie: le logiciel - Un générateur d'ultrasons anticellulite 3 MHz : Première partie : étude théorique et réalisation pratique - Une alarme pour cabriolets et bateaux - Un système embarqué à microcontrôleur - À la découverte du BUS CAN : Huitième partie : analyse du mode de fonctionnement de la librairie ECAN - Erratum testeur de diodes EN1642 & cours sur l'oscilloscope EN5060

6,00 € port inclus

Au sommaire : Cours sur les rayons infrarouges et réalisation d'un détecteur EN1658 - Une alimentation double symétrique à découpage à circuit intégré SG3524 : tension réglable entre +/-5 V et +/-32 V pour un courant de 2 A par branche.- Un générateur d'ultrasons anticellulite 3 MHz seconde partie : l'utilisation - Un modem GSM USB ou comment réaliser une connexion de données en temps réel - Une interface USB pour PC à 33 E/S : seconde partie le logiciel de gestion et l'analyse des fichiers DLL - Un système embarqué à microcontrôleur seconde partie : le logiciel BASCOM-AVR - À la découverte du BUS CAN neuvième partie : étude d'une application

6,00 € port inclus

Au sommaire : Un amplificateur Hi-Fi à FET et MOSFET 2 x 100 W RMS avec protection active - Une antenne active de 2,5 MHz à 33 MHz - Un robot pour débutant - Une protection thermique pour votre PC gérée par microcontrôleur- Un variateur de lumière sans fil à rfPIC pour commande à distance - Un récepteur universel pour radiocommande compatible avec les anciens codes à 12 bits ainsi que ceux utilisant le protocole KeeLoq - Le brochage des jacks - À la découverte du BUS CAN Dixième partie : enregistrement de messages sur un noeud - Tout sur le web : tibbo.com - ezurio.com - tkb-4u.com - ftdichip.com -datasheetcatalog.com-cosmosignite.com

6,00 € port inclus

Au sommaire : Un mini transmetteur téléphonique pour téléphone portable GSM avec audio jusqu'à huit numéros par canal - Un régénérateur de tube cathodique pour téléviseur, ordinateur ou oscilloscope - Un compteur Geiger ultrasensible de nouvelle génération pour savoir si la radioactivité d'un lieu ou d'un objet est normale - Un émetteur/récepteur pour transmission de données en 2,4 GHz USB avec le module AUREL XTR-CYP-2,4 de 15 dBm - Un chargeur d'accumulateurs universel type "bâton" pour éléments Ni-Cd, Ni-Mh et Li-Ion À la découverte du BUS CAN - Onzième et dernière partie : analyse du fonctionnement des registres du module CAN du PIC18F458

6,00 € port inclus

Au sommaire : Un instrument de musique électronique : le Thérémin - Un système de remontée automatique des stores en cas de vent et de pluie utilisant la logique de programmation d'états (machines à états infinis. Une platine d'expérimentation pour Bluetooth : troisième partie : les essais avec un téléphone mobile Bluetooth - Comment calculer les transformateurs de sortie pour amplis HIFI à lampes: adaptation de l'impédance de sortie des lampes aux impédances caractéristiques des hauts-parleurs -Introduction à la domotique : Première partie : description des modules Velbus : transformation d'une maison individuelle en une installation domotique

6,00 € port inclus

Au sommaire : Allumer une LED en 1,5 V - Détecteur de verglas-Variateur de lumière pour halogène-Temporisateur programmable - Chambre d'écho-Truqueur de voix-Préampli pour guitare - Thermomètre numérique - Message vocal d'accueil-Modulateur de lumières 3 voies - Détecteur de faux billets - Surveillance vidéo UMTS-Chandelle électronique - Journal lumineux - L'ICD2 : outil de développement pour PIC-Antivol haute fréquence - Afficheur géant - Afficheur géant multifonctions - Ouverture de portail par GSM - Programmateur de PIC à support d'insertion nulle - ICPROG : logiciel de programmation pour PIC - Afficheur LCD programmable - Sonnerie à trois tons - Amplificateur audio 1 W - etc...

6,00 € port inclus

Au sommaire : Une liaison audio numérique sans fil RX et TX - Une table de mixage stéréo à trois canaux - Un ampli RF large bande pour notre générateur DDS EN1644 - Un récepteur bande aviation 110 à 140 MHz AM à double changement de fréquence, pour écouter les conversations entre les pilotes des aéronefs (avions de transport, avions de tourisme, hélicoptères, ULM) et les tours de contrôle - Un ampèremètre à LED avec indicateur de polarité - Une radiocommande 12 canaux à "rolling code" Première partie : Analyse théorique et réalisation du récepteur Un "attirœil" pour cycliste ou piéton Une photorésistance pilotant un relais - 9-6 V sur l'allume-cigares de la voiture

6,00 € port inclus

Au sommaire : L'actualité de l'électronique, les dernières innovations technologiques - Un commutateur vidéo 32 canaux CCTV - Une nouvelle interface Client FTP avec Microchip ENC28J60 - Un compteur Geiger modifié plus précis utilisant un nouveau microcontrôleur ST7 - Un oscilloscope pour PC avec interface USB "appareil qui transforme un ordinateur PC en oscilloscope numérique" - Une radiocommande 12 canaux à "rolling code Deuxième partie : analyse et réalisation du programmateur pour circuits HCS - Un sourcier électronique, un instrument capable de percevoir et d'amplifier le son produit par l'écoulement de l'eau - Le courrier des lecteurs

6,00 € port inclus

Au sommaire : Une torche à LED à tout faire à microcontrôleur ST7LIGHT09 - Un appareil de magnétothérapie BF à 100 gauss Première partie: Ce mois-ci nous allons réaliser l'appareil, le mois prochain nous apprendrons à l'utiliser pour soigner nos maladies. Un caisson de graves bass-reflex actif de 100 Wrms Première partie: l'électronique Apprenons à écouter notre cœur avec la Heart Rate Variability première partie: la théorie de la HRV - Une radiocommande 12 canaux à "rolling code" Troisième partie: analyse du logiciel - Introduction à la domotique Deuxième Leçon: Une première installation domotique avec Can-Bus

6,00 € port inclus

Au sommaire : Jeu de la vérité à LED - Jeu de LED clignotantes. Caisson de graves bass-reflex actif de 100 Wrms: Seconde partie: la boiserie - Apprenons à écouter notre cœur avec la Heart Rate Variability Deuxième partie: réalisation pratique de l'enregistreur HRV sur SD-Card - XLIGHT III: Logiciel de contrôle pour éclairage de scène basé sur le DMX512 - Chargeur de batteries au plomb - Centrale à effets lumineux. Magnétothérapie BF à 100 gauss seconde partie: réglages et utilisation. Temporisateur & Thermostat à NE555 - Générateur de sons à microcontrôleur - Introduction à la domotique Troisième Leçon: Nouvelles fonctions pour le Velbus

6,00 € port inclus

Frais de port pour la CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.

Renseignements sur les disponibilités des revues depuis le numéro 1
Tél. : 0820 820 534 du lundi au vendredi de 9h à 12h
JMJ Editions B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE

ABONNEZ-VOUS

ABONNEZ-VOUS

ABONNEZ-VOUS ET PROFITEZ DE VOS PRIVILEGES

L'ASSURANCE de ne manquer aucun numéro en recevant votre revue directement dans votre boîte aux lettres près d'une semaine avant sa sortie en kiosques.

BÉNÉFICIER de **50%** de remise** sur les CD-ROM des anciens numéros (voir page 67 de ce numéro)

RECEVOIR un cadeau* !

* Pour un abonnement de 11 numéros uniquement (délai de livraison : 4 semaines environ). ** Réservé aux abonnés 11 numéros.

OUI, Je m'abonne à **ELECTRONIQUE** ET LOISIRS — LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 102 ou supérieur

E0101

Ci-joint mon règlement de _____ € correspondant à l'abonnement de mon choix.

Adresser mon abonnement à : Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ e-mail _____

❑ chèque bancaire ❑ chèque postal ❑ mandat

❑ Je désire payer avec une carte bancaire
Mastercard – Eurocard – Visa

Date d'expiration :

Cryptogramme visuel :
(3 derniers chiffres du n° au dos de la carte)

Date, le _____

Signature obligatoire ▷

Avec votre carte bancaire, vous pouvez vous abonner par téléphone.

TARIFS CEE/EUROPE

❑ **11 numéros** **55€,00**

TARIFS FRANCE

❑ **6 numéros**
au lieu de 30,00 € en kiosque,
soit **5,00 € d'économie** **25€,00**

❑ **11 numéros**
au lieu de 55,00 € en kiosque,
soit **10,00 € d'économie** **45€,00**

Pour un abonnement 11 numéros, cochez la case du cadeau désiré.

DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE : NOUS CONSULTER

1 CADEAU au choix parmi les 5

POUR UN ABONNEMENT DE 11 numéros

Gratuit :

❑ **Un money-tester**
❑ **Une radio FM lampe**
❑ **Une revue supplémentaire**
❑ **Un set confort pour voyager**

Avec 2,00 €
en plus de votre règlement ou
(4 timbres à 0.54 €)

❑ **Un Hub USB à 4 ports**

délai de livraison :
4 semaines dans la limite des stocks disponibles

Photos non contractuelles

POUR TOUT CHANGEMENT D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO D'ABONNÉ (INSCRIT SUR L'EMBALLAGE)

Bulletin à retourner à : JMJ – Abo. ELM
B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE – Tél. 0820 820 534 – Fax 0820 820 722

CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro

COURS NIVEAU 3

SOMMAIRE INTERACTIF

ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

5.50 € LE CD

50 % DE REMISE POUR LES ABONNÉS DE 1 OU 2 ANS

SUR TOUS LES CD DES ANCIENS NUMÉROS CI - DESSOUS

LE CD 6 NUMÉROS 25€

45€ LE CD 12 NUMÉROS

FRAIS DE PORT INCLUS POUR LA FRANCE (DOM-TOM ET AUTRES PAYS: NOUS CONSULTER.)

adressez votre commande à :

JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE *avec un règlement par Chèque à l'ordre de* **JMJ**

Par téléphone : 0820 820 534 ou par fax : 0820 820 722 *avec un règlement par Carte Bancaire*

Vous pouvez également commander par l'Internet : www.electronique-magazine.com/anc_num.asp

RESTEZ EN FORME

GÉNÉRATEUR D'ULTRASONS À USAGE MÉDICAL

La capacité de pénétration des ultrasons dans les tissus du corps humain a révolutionné l'imagerie médicale (avec l'échographie) et donc la fiabilité du diagnostique. Cette propriété des ultrasons les fait également utiliser en physiothérapie avec un succès qui n'est plus à démontrer. L'appareil que nous vous proposons de construire est un générateur d'ultrasons à usage médical : il vous rendra de grands services pour de nombreuses affections (comme Arthropathie, Arthrose, Arthrite, Névrite, Périarthrite, Tendinite, Epicondylite, Traumatisme par contusion, Retard de consolidation osseuse, Adiposité localisée, Ostéite, Myalgie, Bursite, Lombalgie, Rigidité et douleur articulaire) qu'il vous aidera à soigner. Le diffuseur professionnel SE1.6 est livré monté est étalonné avec son cordon.

EN1627K.. Kit complet avec coffret et 1 diffuseur SE1.6 ..... 315,00 €
SE1.6..... diffuseur ultrassons supplémentaire ..... 139,00 €
EN1627KM Version montée ..... 441,00 €

CESSEZ DE FUMER GRÂCE À ÉLECTRONIQUE LM ET SON ÉLECTROPUNCTEUR

Bien que les pires malédictions soient écrites de plus en plus gros au fil des ans (comme une analogie des progrès de la tumeur qui nous envahit ?) sur chaque paquet de cigarettes (bout filtre ou sans), cesser de fumer sans l'aide de contributeurs externes est plutôt difficile ! La menace ci-dessus aide à nous décider d'arrêter mais pas à nous tenir à cette décision. L'électrostimulateur, ou électropuncteur, que nous vous proposons de construire réveillera dans votre corps l'énergie nécessaire (ce que l'on appelle à tort la volonté) pour tenir bon jusqu'au sevrage et à la désintoxication définitive.

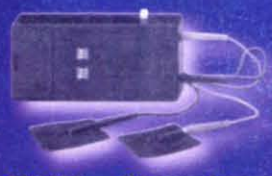
LX1621..... Kit complet avec son boitier..... 24,00 €
EN1621KM Version montée ..... 36,00 €

APPAREIL DE MAGNÉTOTHÉRAPIE À MICROCONTRÔLEUR ST7

Beaucoup de médecins et de praticiens de santé, comme les kinésithérapeutes, utilisent la magnétothérapie : certains ont découvert qu'en faisant varier de manière continue la fréquence des impulsions on accélère la guérison et on élimine plus rapidement la douleur. Les maladies que l'on peut traiter avec cet appareil de magnétothérapie sont très nombreuses. Vous trouverez ci-dessous la liste des plus communes, suggérées par le corps médical et le personnel paramédical, : arthrose, arthrite, sciatique, lombalgie, tendinite, talalgie, déchirure et douleur musculaires, luxation, fractures ect.

EN1610 .... Kit complet avec boitier mais sans nappe ..... 92,00 €
PC1293 .... Nappe dimensions 22 x 42 cm ..... 31,00 €
PC1325 .... Nappe dimensions 13 x 85 cm ..... 31,50 €
EN1610 KM Version montée sans nappe..... 129,00 €

STIMULATEUR ANALGESIQUE



Cet appareil permet de soulager des douleurs tels l'arthrose et les céphalées. De faible encombrement, ce kit est alimenté par piles incorporées de 9 volts. Tension électrode maximum: –30 V - +100 V. Courant électrode maximum: 10 mA. Fréquences: 2 à 130 Hz.

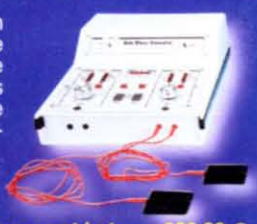
EN1003 .... Kit complet avec boitier ..... 40,50 €
EN1003KM Version montée ..... 61,00 €

MAGNETOTHERAPIE VERSION VOITURE

La magnétothéraphie est très souvent utilisée pour soigner les maladies de notre organisme (rhumatismes, douleurs musculaires, arthroses lombaires et dorsales) et ne nécessite aucun médicament, c'est pour cela que tout le monde peut la pratiquer sans contre indication. (Interdit uniquement pour les porteurs de Pace-Maker.

EN1324 .... Kit complet avec boitier et une nappe version voiture..... 68,50 €
PC1324 .... Nappe supplémentaire ..... 27,50 €
EN1408KM Version montée avec nappe..... 116,00 €

GÉNÉRATEUR D'ONDES DE KOTZ POUR SPORTIFS ET KINÉS



Le générateur d'ondes de Kotz est utilisé en médecine pour la récupération musculaire des personnes ayant eu un accident ou une maladie et qui sont donc restées longtemps inactives, comme pour le sport ou l'esthétique corporelle afin de tonifier et raffermir les muscles sains.

EN1520-1521 .... Kit complet avec boitier, plaques et bat. .... 206,80 €
EN1520-1521KM Version montée ..... 247,00 €

STIMULATEUR MUSCULAIRE

Tonifier ses muscles sans effort grâce à l'électronique. Tonifie et renforce les muscles (4 électrodes).
Le kit est livré complet avec son coffret sérigraphié mais sans sa batterie et sans électrode.

EN1408 ..... Kit avec boitier ..... 104,00 €
Bat. 12 V 1.2 A ..... Batterie 12 V / 1,2 A ..... 15,10 €
PC1.5 ..... 4 électrodes + attaches ..... 28,00 €
EN1408KM Version montée sans batterie ni PC1.5 ..... 146,00 €

LA IONOTHERAPIE: TRAITER ELECTRONIQUEMENT LES AFFECTIONS DE LA PEAU

Pour combattre efficacement les affections de la peau, sans aucune aide chimique, il suffit d'approcher la pointe de cet appareil à environ 1 cm de distance de la zone infectée. En quelques secondes, son "souffle" germicide détruira les bactéries, les champignons ou les germes qui sont éventuellement présents.

EN1480 .... Kit étage alimentation avec boitier ..... 104,00 €
PIL12.1 .... Batterie 12 volts 1,3 A/h ..... 15,10 €
EN1480KM Version montée sans batterie ..... 146,00 €

GÉNÉRATEUR D'IONS NÉGATIFS POUR AUTOMOBILE

Ce petit appareil, qui se branche sur l'allume-cigare a un effet curatif contre les nausées provoquées par le mal de voiture. De plus, il permet d'épurer et de désodoriser l'habitacle de la voiture.

EN1010 .... Kit complet .....42,00 €
EN1010KM Version montée. .....63,00 €

DIFFUSEUR POUR LA IONOPHORÈSE

Ce kit paramédical, à microcontrôleur, permet de soigner l'arthrite, l'arthrose, la sciatique et les crampes musculaires. De nombreux thérapeutes préfèrent utiliser la ionophorese pour inoculer dans l'organisme les produits pharmaceutiques à travers l'épiderme plutôt qu'à travers l'estomac, le foie ou les reins. La ionophorèse est aussi utilisée en esthétique pour combattre certaines affections cutannées comme la cellulite par exemple.

EN1365 .... Kit avec boitier, hors batterie et électrodes ..... 96,00 €
Bat. 12 V 1.2 A Batterie 12 V / 1,2 A ..... 15,10 €
PC2.33x ... 2 plaques conduct. avec diffuseurs ..... 13,70 €
EN1365KM Version montée avec PC2.33 + Bat ..... 198,00 €

COMELEC

Tél. :04.42.70.63.90
Fax :04.42.70.63.95
CD 908 - 13720 BELCODENE
www.comelec.fr

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE 80 PAGES ILLUSTRÉES AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DE TOUS LES KITS

Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. Frais de port en France moins de 5 Kg 8,40 € / CEE moins de 5 Kg 15,00 €. Port autres pays sur devis. Catalogue général de kits contre (cinq timbres à 0,54 €) ou téléchargeable gratuitement sur notre site.

PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : www.comelec.fr

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.